COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JUIN 1887.

PRÉSIDENCE DE M. HERVÉ MANGON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Note de M. le* général **Perrier**, *accompagnant la présentation d'un Volume relatif à la jonction géodésique et astronomique de l'Algérie avec l'Espagne.*

M. le général **Perrier** offre à l'Académie, en son nom et au nom de M. le général Ibañez, un Volume publié à frais communs par les deux Gouvernements de France et d'Espagne, et relatif à la jonction géodésique et astronomique de l'Algérie avec l'Espagne par-dessus la Méditerranée.

« Dans ce Volume, dit M. Perrier, nous avons exposé en détail les méthodes d'observation ainsi que les résultats obtenus dans cette opération grandiose, qui assure à la science de la Terre la mesure d'un arc de méridien de plus de 27° d'amplitude, compris entre les îles Shetland et Laghouat.

» Qu'il nous soit permis de résumer ici les résultats, afin de les présenter sous une forme saisissante.

» Les côtés du quadrilatère transméditerranéen ont des longueurs qui n'avaient pas encore été atteintes et qui ne seront peut-être jamais dépassées. Pendant l'été, les brumes qui recouvraient la mer, ainsi que les poussières en suspension dans l'atmosphère, ont empêché la visibilité des signaux lumineux solaires ou électriques, d'une rive à l'autre, et ce n'est qu'aux approches de l'automne, après les premières pluies, que nous avons pu apercevoir, *la nuit seulement*, des signaux lumineux électriques produits par les réflecteurs du colonel Mangin; les signaux solaires n'ont jamais été perçus, malgré la dimension inusitée des surfaces réfléchissantes.

» Nous donnons ci-après le Tableau des triangles définitifs de notre quadrilatère :

Stations.	Angles sphériques.	Angles plans.	Logarithmes des côtés.	Côtés en mètres.
	° ′ ″	° ′ ″		m
Filhaoussen.....	17.52.27,101	17.52. 9,046	4,91817296	82827,20
Tética	89.39.16,140	89.38.58,085	5,43124622	269926,93
Mulhacén	72.29.10,924	72.28.52,869	5,41062926	257412,28
Totaux.......	180. 0.54,165	180. 0. 0,000		
M' Sabiha	78.48.45,728	78.48.22,147	5,43124622	»
Mulhacén.......	22.28.45,874	22.28.22,293	5,02193049	105179,35
Filhaoussen.....	78.43.39,142	78.43.15,560	5,43111798	269847,24
Totaux.......	180. 1.10,744	180. 0. 0,000		
M' Sabiha.......	16.19.51,669	16.19.37,170	4,91817296	»
Tética..........	113.40.26,778	113.40.12,279	4,43111797	269847,23
Mulhacén.......	50. 0.25,050	50. 0.10,551	5,35355560	225712,49
Totaux.......	180. 0.43,497	180. 0. 0,000		
Filhaoussen.....	60.51.12,042	60.50.52,017	5,35355560	»
M' Sabiha......	95. 8.37,397	95. 8.17,371	5,41062924	257412,27
Tética	24. 1.10,637	24. 0.50,612	5,02193047	105179,35
Totaux.......	180. 1. 0,076	180. 0. 0,000		

» Les excès sphériques de ces triangles ont respectivement les valeurs suivantes :

0′.54″,165,
1.10,744,
0.43,498,
1. 0,076.

» Quant aux erreurs de fermeture, elles sont réduites à

$$\begin{aligned}&+0'',261,\\&-0,714,\\&+1,926,\\&+0,952.\end{aligned}$$

» D'où il résulte que, s'il existe des réfractions latérales, elles sont peu redoutables la nuit, malgré l'énorme trajet des rayons lumineux par-dessus la mer et les terres.

» La preuve est complète désormais de l'excellence des observations de nuit.

» La longueur adoptée pour le côté Tética-Mulhacén, soit $82\,827^{m},20$, est la valeur la plus probable déduite de la triangulation espagnole. En partant de cette valeur, le calcul des triangles du quadrilatère compensé donne, pour la longueur du côté algérien M' Sabiha-Filhaoussen, $105\,179^{m},35$, et, par les triangles algériens, la valeur la plus probable de ce côté M' Sabiha-Filhaoussen, obtenue par les officiers français, est $105\,178^{m},56$. L'écart entre les deux valeurs est de $0^{m},79$ ou $\frac{1}{133000}$ seulement de la longueur du côté.

» D'où l'on peut conclure que les opérations géodésiques exécutées en Espagne et en Algérie, tout à fait indépendantes entre elles, concordent d'une manière très satisfaisante et semblent posséder par conséquent un haut degré de précision.

» La deuxième série de nos opérations a montré que la transmission et la réception des signaux lumineux rythmés, pour le transport du temps d'une station à l'autre, comportent une grande exactitude.

» L'observation des occultations ou éclipses de signaux est infiniment plus précise et plus sûre que celle des apparitions lumineuses. Nous avons montré aussi que le rythme qui convient le mieux est obtenu en espaçant les moments des occultations de deux en deux secondes, les durées des éclipses et celles des apparitions des signaux étant les mêmes et égales chacune à une seconde de temps.

» Il résulte aussi de nos observations que, contrairement à l'opinion admise par quelques astronomes, l'équation personnelle n'est pas nulle dans l'observation des signaux lumineux rythmés : chaque observateur a la sienne propre dont il faut tenir compte ; car, comme pour l'observation des passages d'étoiles au méridien, elle peut atteindre un ou même plusieurs dixièmes de seconde.

» Un autre fait important a été mis en évidence. Les collimateurs optiques ou réfracteurs, si faciles à construire, si commodes pour la production des intermittences lumineuses rythmées, sont préférables aux projecteurs à réflexion quant à l'intensité même des signaux lumineux. Nous avons perçu très nettement à l'œil nu, à une distance de 225^{km}, un objectif de $0^m,20$ de diamètre, illuminé par un faisceau focal de lumière électrique.

» Enfin, nous avons pu vérifier que, pour obtenir, à l'aide d'une lampe électrique à arc, le maximum d'intensité du faisceau lumineux dans le sens horizontal, il est nécessaire d'incliner la lampe et l'axe des crayons à 55° sur l'horizon; l'intensité lumineuse est alors, surtout si l'on démasque complètement le charbon positif, près de quatre fois plus grande que celle qu'on obtient dans la position verticale habituelle des crayons avec la lampe Serrin.

» Nous dirons, en terminant, que l'erreur probable $\pm 0'',013$ de la différence de longitude $6'14'',979$, trouvée entre M' Sabiha et Tética, est du même ordre de grandeur que celle que l'on obtient lorsque les deux stations sont reliées par un fil télégraphique; la méthode des échanges de signaux lumineux que nous avons employée peut donc s'appliquer toujours avec succès entre deux stations éloignées, réciproquement visibles, mais entre lesquelles il n'existe aucune communication électrique.

» Tels sont les résultats principaux sur lesquels nous croyons devoir appeler l'attention des géodésiens. »

M. Boussinesq offre à l'Académie, en son nom et aussi de la part de l'éditeur M. Gauthier-Villars, le tome Ier (contenant le *Calcul différentiel*) d'un *Cours d'Analyse infinitésimale, à l'usage des personnes qui étudient cette Science en vue de ses applications mécaniques et physiques*. Et il ajoute :

« Je m'y adresse surtout aux physiciens, naturalistes, élèves-ingénieurs, philosophes, etc., peu habitués au maniement des formules algébriques, mais qui éprouvent le besoin, pour leurs études propres, de connaître, dans son esprit et dans ses principaux résultats, le calcul des infiniment petits ou des fonctions continues.

» J'espère, en les conduisant pas à pas par les voies que je juge les plus intuitives, les mieux appropriées à notre sentiment naturel de la graduelle variation des choses, les y familiariser avec les idées et les méthodes qui ont valu à ce puissant instrument intellectuel, toujours en voie d'accroissement depuis le XVIIe siècle, sa merveilleuse coopération aux progrès des

sciences de la nature et une place presque aussi grande dans l'enseignement des Écoles techniques que dans celui de nos Facultés. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de feu M. *Brandt*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 37,

M. Vogt obtient.	29	suffrages
M. Agassiz »	8	»

M. **Vogt**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Signaux sonores sous-marins*. Mémoire de M. **Brillouin**, présenté par M. Mascart. (Analyse rédigée par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission nommée pour étudier les moyens de prévenir les collisions en mer.)

« I. *Extraits des Mémoires de Colladon*. — La possibilité d'utiliser les signaux sonores sous-marins est indiquée par Colladon, avec la dernière netteté, dans une lettre à Arago (*Comptes rendus*, t. XIII, p. 439; 1841).

» Voici les deux résultats principaux : 1° portée des sons 35^{km}; 2° influence *nulle* d'une violente agitation superficielle (orage et tempête).

» II. *Circonstances dans lesquelles les signaux pourraient être utilisés*. — 1° Indication de la présence d'un navire à distance suffisante pour prévenir toute collision, indication d'un écueil, avec signal distinctif; 2° échange de signaux conventionnels entre deux navires; télégraphie; possibilité de concerter une attaque dans toute une escadre sans attirer l'attention de l'ennemi; 3° pour toute place forte traversée par une rivière, communications télégraphiques dans une étendue considérable, au moins en aval.

» III. *Description sommaire des appareils proposés.* — Appareil auditif indépendant. Appareil installé à poste fixe dans le flanc du vaisseau, audessous de la ligne de flottaison.

» IV. *Appareil sonore à installer sur les écueils.* — Cloche étanche avec battant intérieur relié par un câble à une machine électrique installée à terre, et instantanément prête à fonctionner au moyen d'accumulateurs maintenus en charge. »

M. le Secrétaire perpétuel, à l'occasion de cette Communication, signale une Note succincte, que M. *Vinot* lui avait adressée avant la séance précédente, sur un projet de signaux sonores sous-marins.

M. **Dechaux** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Épidémie de variole de Montluçon, 1886-1887. »

(Renvoi à la Commission du prix Chaussier.)

M. **Brame** adresse une nouvelle Note relative à sa théorie des ombres colorées.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Barnard (12 mai 1887), faites à l'équatorial de* 0^m,38 *de l'observatoire de Bordeaux ;* par MM. **G. Rayet, Flamme** et **F. Courty**, présentées par M. E. Mouchez.

Dates 1887.	Temps moyen de Bordeaux	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles de compar.	Observ.
	h m	h m s		° ′ ″			
Mai 22....	10.10.52,1	15.27.23,92	$-\bar{1},180$	114.49.23,5	—0,914	*a*	R.[1]
26....	9.55.45,7	15.34.55,88	$-\bar{1},212$	111.59.26,2	—0,903	*b*	R.
27....	9.50.27,3	15.36.51,90	$-\bar{1},220$	111.15.56,7	—0,900	*c*	C.
27....	11.29.13,8	15.36.59,46	$+\bar{2},386$	111.12.51,5	—0,910	*c*	F.

(1) *Observateurs :* R = G. Rayet; F = Flamme; C = F. Courty.

Dates 1887.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles de compar.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Juin 8....	10.53. 5,0	16. 2. 5,88	—$\bar{4}$,000	101.50.37,8	—0,870	*e*	R.
9....	9.57.19,4	16. 4.11,80	—$\bar{1}$,006	101. 5.40,5	—0,865	*f*	C.
10....	10.18.22,8	16. 6.26,07	—$\bar{2}$,773	100.18. 5,9	—0,862	*g*	C.
11....	10.38.45,3	16. 8.41,34	—$\bar{2}$,271	99.32.23,7	—0,858	*h*	R.
12....	9.51.10,5	16.10.50,47	—$\bar{1}$,043	98.46.55,4	—0,852	*i*	R.
13....	10.46.28,5	16.13. 9,18	+$\bar{4}$,000	97.59.37,3	—0,849	*j*	F.
14....	10.30.47,5	16.15.22,91	—$\bar{2}$,359	97.15.57,1	—0,846	*k*	R.
15....	10. 8.42,6	16.17.35,76	—$\bar{2}$,779	96.32.25,5	—0,840	*l*	R.
16....	9.31.30,4	16.19.47,11	—$\bar{1}$,100	95.50.31,5	—0,835	*m*	C.
17....	9.42.15,9	16.22. 2,49	—$\bar{1}$,009	95. 7.48,8	—0,832	*n*	C.
17....	9.42.15,9	16.22. 4,05	—$\bar{1}$,010	95. 7.58,2	—0,831	*o*	C.
18....	10.26.52,3	16.24.23,05	—$\bar{2}$,267	94.25. 7,1	—0,827	*p*	R.
21....	9.47.59,5	16.31. 6,46	—$\bar{2}$,913	92.27.41,3	—0,812	*q*	C.
22....	10.24.54,0	16.33.24,94	—$\bar{2}$,106	91.49.21,4	—0,809	*r*	R.

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1887,0.

Étoiles.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.
	h m s	s	° ′ ″	″
a. Gould, *General Catalogue* 21077 (7,5).......	15.27.12,22	+2,16	114.43.40,8	+1,2
b. Bonn VIII, Schönfeld 4159 (8,2).............	15.32.24,28	+2,14	112. 5.45,4	+0,9
c. » 4165 (8,1).............	15.34. 7,87	+2,13	111.14.17,4	+0,8
e. » 4067 (8,3).............	16. 0. 8,39	+2,08	101.49.40,7	—1,6
f. Schjellerup, n° 5679 (5).....................	15.58. 9,28	+2,06	101. 3.37,1	—1,6
g. Weiss I, H. XVI, n° 111 (9).................	16. 8.20,53	+2,08	100.22.22,9	—2,2
h. Schjellerup, n° 5739 (9).....................	16. 8.36,97	+2,07	99.26.54,3	—2,4
i. » n° 5761 (9).....................	16.12.43,94	+2,07	98.47.39,5	—2,7
j. » n° 5742 (5).....................	16. 9.28,36	+2,06	98. 3.57,0	—2,7
k. Weiss I, H. XVI, n° 181 (9).................	16.11.48,79	+2,06	97. 7.10,4	—3,0
l. » n° 213 (7).................	16.13. 6,38	+2,06	96.35.51,0	—3,2
m. Schjellerup, n° 5831 (8,5)...................	16.24.25,69	+2,07	95.50.47,1	—3,8
n. » n° 5820 (9).....................	16.22.47,19	+2,07	95.11.38,3	—3,9
o. Lamont, n° 2204 (9).........................	16.23.37,44	+2,07	95. 2.50,8	—4,0
p. Schjellerup, n° 5803 (9).....................	16.20.17,90	+2,06	94.25. 5,5	—4,0
q. » n° 5825 (9).....................	16.23.59,42	+2,05	92.27.51,4	—4,7
r. » n° 5916 (8).....................	16.36.41,51	+2,07	91.53.54,6	—5,3

ASTRONOMIE. — *Observations d'une planète rencontrée par M.* **Borrelly** *à l'observatoire de Marseille.*

Dates. 1887.	Temps moyen de Marseille.	ΔAR.	ΔⓅ.	Nombre de comp.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Ⓟ apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Juin 9.	11. 7.35	+3.45,63	+11.14,3	5,5	17.18.56,60	—$\bar{1}$,076	110.38.19,2	—0,899	*a*
10.	10.19.10	+2.55,85	+10.59,6	5,5	17.18. 6,83	—$\bar{1}$,308	110.38. 4,3	—0,891	*a*
11.	10. 9.48	+2. 4,77	+10.39,6	5,5	17.17.15,76	—$\bar{1}$,323	110.37.44,1	—0,890	*a*
12.	10.27.45	+1.12,40	+10.20,4	5,5	17.16.23,40	—$\bar{1}$,226	110.37.24,6	—0,895	*a*
13.	9.39.44	+0.22,64	+10. 6,6	5,5	17.15.33,65	—$\bar{1}$,394	110.37.10,7	—0,884	*a*
14.	10. 5.44	—0.29,15	+ 9.50,8	5,5	17.14.41,87	—$\bar{1}$,283	110.36.54,6	—0,892	*a*
15.	10.29.18	—1.20,97	+ 9.35,3	5,5	17.13.50,07	—$\bar{1}$,139	110.36.38,9	—0,898	*a*
16.	10.11.33	—2.10,81	+ 9.21,4	5,5	17.13. 0,24	—$\bar{1}$,212	110.36.24,8	—0,896	*a*
17.	9.50. 4	—3. 0,49	+ 9. 9,4	5,5	17.12.10,58	—$\bar{1}$,288	110.36.12,5	—0,892	*a*
18.	10.10.50	—3.51,03	+ 8.50,8	5,5	17.11.20,05	—$\bar{1}$,164	110.35.53,7	—0,897	*a*
19.	10.41.26	—4.41,33	+ 8.41,8	5,5	17.10.29,77	—$\bar{1}$,284	110.35.44,5	—0,892	*a*

» La planète est de 12e grandeur.

Position moyenne pour 1887,0 *de l'étoile de comparaison commune à toutes les observations.*

★.	Gr.	AR.	Ⓟ.	
a.....	7,5	$17^h 15^m 8^s,71$	110°27′10″,4	31506 Lalande

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces principales des complexes de droite et les lignes asymptotiques de leur surface de singularités.* Note de M. **G. Kœnigs**, présentée par M. Darboux.

« Après avoir déterminé les surfaces principales d'un complexe quadratique, M. F. Klein, entre autres résultats, est conduit à la détermination en termes finis des lignes asymptotiques de la surface de singularités de ce complexe, qui est une surface de Kummer. Cette double détermination pouvait porter à croire que ces deux problèmes n'étaient pas indépendants, et M. Klein a bien voulu récemment m'en manifester la pensée. Je suis parvenu, en effet, à préciser de la façon la plus simple le lien entre

ces deux questions, par l'étude des éléments principaux d'un complexe autour d'une droite singulière.

» Soient C un complexe quelconque, ξ une droite singulière de C, touchant en un point P la surface de singularités S.

» Tous les complexes linéaires tangents au complexe C, suivant la droite ξ, sont spéciaux, et leurs axes sont précisément les tangentes au point P à la surface S.

» Parmi ces complexes tangents, il y en a trois qui sont stationnaires. Ces trois complexes linéaires principaux ont pour axes (ils sont très spéciaux, d'après ce qui précède) :

» 1° La droite singulière ξ elle-même;

» 2° Les tangentes asymptotiques en P à la surface de singularités.

» Appelons L l'un de ces deux derniers complexes principaux, dont l'axe sera une tangente asymptotique λ à la surface S au point P. Le complexe L est tangent au complexe C suivant la droite ξ et suivant une droite infiniment voisine ξ'. *Cette droite* ξ' *est singulière*, et en appelant P' le point où elle touche la surface S, point qui est infiniment voisin de P, *la droite* PP' *n'est autre que la tangente asymptotique* λ.

» Considérons alors la surface principale dont les droites singulières ξ et ξ' constituent un élément ; comme on peut répéter sur ξ' les raisonnements faits sur ξ, on voit que cette surface principale ne cessera pas d'être engendrée par des droites singulières. Elle sera donc circonscrite à la surface de singularités, et comme chaque élément PP' de la courbe de contact appartient à une ligne asymptotique, cette courbe de contact sera une ligne asymptotique. Ainsi :

» *Deux des surfaces principales qui passent par une droite singulière sont engendrées par des droites singulières et sont circonscrites à la surface de singularités suivant les deux lignes asymptotiques qui se croisent au point de contact de cette surface avec la droite singulière considérée.*

» Il suit bien de là que la connaissance des surfaces principales d'un complexe entraîne celle des lignes asymptotiques de sa surface de singularités.

» Les faits que j'ai résumés ci-dessus peuvent se démontrer soit directement, soit en se servant des élégants résultats de M. Klein, relatifs aux complexes quadratiques, et observant qu'à l'égard des propriétés du second ordre tout complexe se comporte comme un complexe quadratique. On peut enfin donner une forme plus précise à la démonstration en faisant usage de mes propres recherches sur le moment des complexes sin-

guliers, que j'ai résumées dans deux Notes aux *Comptes rendus* en 1885 et développées en 1886 dans les *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les arcs des courbes planes*. Note de M. G. **Humbert**, présentée par M. Halphen.

« Le beau théorème de Graves et de Chasles sur les arcs de coniques peut être présenté sous la forme suivante :

» *Si l'on mène les tangentes communes à un cercle et à une conique, les quatre points de contact sur cette dernière courbe déterminent deux arcs, dont la somme algébrique est égale à la somme algébrique des longueurs des tangentes communes.*

» Sous cette forme, le théorème précédent est susceptible d'une extension aux courbes algébriques quelconques ; on peut voir en effet que :

» *Si l'on mène les tangentes communes à une courbe algébrique de classe n et à un cercle, et que l'on fasse ensuite varier le rayon de ce cercle, son centre restant fixe, les $2n$ points de contact des tangentes communes et de la courbe décrivent sur celle-ci $2n$ arcs, dont la somme algébrique est égale à la variation de la somme algébrique des longueurs des tangentes communes.*

» En particulier, si l'on considère, parmi les cercles concentriques introduits, celui dont le rayon est nul, on voit aisément que la longueur de chaque tangente menée du centre de ce cercle à la courbe est comptée deux fois, et avec des signes contraires dans la somme algébrique des longueurs des tangentes communes, et il en résulte aisément cette propriété, qui est la généralisation directe du théorème de Chasles donné plus haut :

» *Si l'on mène les tangentes communes à un cercle et à une courbe algébrique de classe n, les $2n$ points de contact déterminent sur cette dernière courbe n arcs dont la somme algébrique est égale à la somme algébrique des longueurs des tangentes communes.*

» Ces propriétés sont des cas particuliers d'un théorème plus général, que l'on démontre par des considérations fondées sur le théorème d'Abel, et dont voici l'énoncé :

» *Si l'on mène les tangentes communes à une courbe algébrique quelconque et à un faisceau tangentiel de courbes de direction homofocales, représentées en coordonnées tangentielles par l'équation*

$$(u^2+v^2)\,F^2(u,v)-\lambda\,\varphi^2(u,v)=0,$$

les points de contact sur la courbe considérée décrivent, quand on fait varier le paramètre λ, des arcs dont la somme algébrique est une fonction rationnelle de λ. »

GÉOMÉTRIE. — *Détermination du rayon de courbure d'une trajectoire particulière d'un point faisant partie d'un solide invariable assujetti à quatre conditions;* par M. J. Réveille.

« M. Mannheim a démontré que les normales aux surfaces décrites par chacun des points d'un solide assujetti à quatre conditions rencontrent deux droites réelles ou imaginaires D et Δ. Je considérerai dans ce qui va suivre le cas où ces deux droites sont réelles.

» Parmi tous les mouvements élémentaires que l'on peut donner au solide à partir d'une position donnée, je distingue celui obtenu par une rotation autour de la droite D seule; et, parmi toutes les trajectoires d'un point a du solide, je distingue celle obtenue par la suite de ces mouvements élémentaires. Je la désigne par $(a)_{\mathrm{D}}$. Je me propose de déterminer l'axe de courbure d'une trajectoire ainsi définie, connaissant les éléments de courbure des surfaces trajectoires de quatre points quelconques du solide.

» On sait que l'axe de courbure d'une courbe $(a)_{\mathrm{D}}$ tracée sur une surface $|a|$ passe par le centre de courbure r de la section normale à cette surface, menée tangentiellement à cette courbe. Il est aussi l'intersection du plan normal (a, D) avec le plan normal infiniment voisin (a', D'), et, par conséquent, il rencontre la droite D au point α où le plan (a, D) touche la surface (D), lieu des droites D (dans l'espace ou dans le solide).

» On sait aussi, d'après un théorème dû à M. Haag, que dans tout mouvement continu, comme celui que je considère, les axes de courbure des trajectoires de tous les points d'une droite sont sur un hyperboloïde. J'appelle hyperboloïde I celui relatif à la droite située à l'infini sur un plan perpendiculaire à la droite D. Cet hyperboloïde se raccorde tout le long de D avec la surface (D); un plan perpendiculaire à D le coupe suivant un cercle. La perpendiculaire at menée à la droite D rencontre au point μ la génératrice $\alpha\mu$ de l'hyperboloïde I contenue dans le plan (a, D), et au point m l'axe de courbure αr de la courbe $(a)_{\mathrm{D}}$. Je démontre que, t étant le point d'intersection de cette perpendiculaire at avec la droite D, on a la relation

$$\frac{1}{at} + \frac{1}{tm} = \frac{1}{t\mu}.$$

» Je démontre aussi que, si l'on joint le point r au point t, et que par le point s, où la normale ar rencontre D, on mène une parallèle à at, cette parallèle rencontre tr en un point f_1 de la génératrice $\alpha\mu$, c'est-à-dire de l'hyperboloïde I.

» Le plan perpendiculaire à D étant un plan de section circulaire, si de chaque point, tel que f_1, on élève une perpendiculaire F_1 à chaque plan, tel que (a, D), toutes ces perpendiculaires rencontreront une même génératrice G de l'hyperboloïde I.

» Quatre points, tels que f_1, détermineront quatre perpendiculaires ; la droite G devant rencontrer ces quatre droites est déterminée et détermine l'hyperboloïde.

» De ce qui précède, je conclus la construction suivante :

» Les quatre points a, b, c, d décrivant quatre surfaces dont on connaît les éléments de courbure, on déterminera les quatre points f_1, f_2, f_3, f_4, et, par suite, les quatres droites F_1, F_2, F_3, F_4. Soit G la droite qui rencontre les quatre droites F.

» Pour avoir l'axe de courbure de la trajectoire d'un point e du solide, je projette G sur le plan (e, D) ; soit $\alpha'\mu'$ cette projection ; au point s' où la normale à la surface $[e]$, trajectoire du point e, rencontre D, je mène perpendiculairement à D la droite $s'f'$, qui coupe $\alpha'\mu'$ au point f' ; je joins le point f' au pied t' de la perpendiculaire abaissée du point e sur D ; la droite $t'f'$ coupe la normale es' au point r'. La droite $\alpha'r'$ est l'axe de courbure demandé.

» Dans ce qui précède, j'ai supposé le mouvement du solide déterminé par quatre surfaces que décrivent quatre points liés au solide. Je vais substituer à un point a décrivant une surface un plan A enveloppant une surface [A].

» Ce cas se ramène au précédent, si l'on considère le mouvement du point situé à l'infini sur une perpendiculaire au plan. La normale à la surface décrite par ce point est une droite perpendiculaire au plan A et rencontrant les droites D et Δ ; elle se confond avec la normale à la surface [A] menée par son point de contact avec le plan A. La surface décrite par le point à l'infini a donc mêmes normales que la surface [A]. On aura le point f_1 correspondant au plan A en appliquant au point à l'infini la construction que j'ai indiquée pour les points à distance finie.

» La construction qui en résulte est la suivante :

» Le plan passant par la normale à la surface enveloppée [A] et par la droite D coupe le plan A suivant une droite tangente à cette surface. La

section normale suivant la tangente conjuguée de celle-là a pour centre de courbure un point r. Au point s, où la normale coupe la droite D, je mène une perpendiculaire à cette droite, et au point r une parallèle à cette même droite; l'intersection de la perpendiculaire et de la parallèle donne le point f_1.

» Il est évident que tout ce qui a été dit pour la droite D peut se répéter pour la droite Δ. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires du troisième ordre.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note parue aux *Comptes rendus* du 31 mai, j'ai signalé l'existence de certains invariants correspondant aux équations linéaires différentielles, ou aux dérivées partielles. Une erreur de calcul, facile à rectifier, m'a fait écrire inexactement les quinze invariants relatifs aux systèmes de six équations du second ordre à trois variables. Mais je n'insiste pas ici sur ce point : ce sont les équations différentielles que j'ai en vue. Soit une équation linéaire et homogène du troisième ordre

$$(1) \qquad y''' + ay'' + by' + cy = 0.$$

» Posons $t = \frac{y_2}{y_1}$, $u = \frac{y_3}{y_1}$, y_1, y_2, y_3 désignant trois intégrales distinctes : les fonctions t et u de x vérifient un système de deux équations différentielles du quatrième ordre, qu'on obtient en éliminant les constantes α, β, ... entre les équations

$$(2) \qquad \begin{cases} (\alpha T + \beta U + \gamma)t = \alpha' t + \beta' u + \gamma', \\ (\alpha T + \beta U + \gamma)u = \alpha'' T + \beta'' U + \gamma'' \end{cases}$$

et les équations qui s'en déduisent par dérivation. On est conduit ainsi, en suivant la méthode que j'ai indiquée, *à deux invariants du quatrième ordre* I *et* J. Si l'on pose

$$D = \begin{vmatrix} t''' & 3t'' & 3t' \\ u''' & 3u'' & 3u' \\ t^{\text{IV}} & 4t''' & 6t'' \end{vmatrix}, \qquad \Delta = \begin{vmatrix} t''' & 3t'' & 2t' \\ u''' & 3u'' & 3u' \\ t'' & 2t' & 0 \end{vmatrix}, \qquad \delta = \begin{vmatrix} t''' & 3t'' & 3t' \\ u''' & 3u'' & 3u' \\ t' & 0 & 0 \end{vmatrix},$$

et si l'on appelle D_1, Δ_1, δ_1 les expressions analogues obtenues en per-

mutant t et u dans les précédentes, on a

$$(3) \qquad I = \frac{D\delta_1 - D_1\delta}{\delta\Delta_1 - \delta_1\Delta}, \qquad J = \frac{D_1\Delta - D\Delta_1}{\delta\Delta_1 - \delta_1\Delta}$$

(ces expressions peuvent se simplifier). Exprimons I et J en fonction des coefficients a, b, c, on trouve

$$(4) \quad I = a' - b + \frac{a^2}{3} = A, \qquad J = -\frac{2a}{3}\left(a' + \frac{a^2}{3}\right) + ab + b' - 3c = B.$$

Ces égalités équivalent aux suivantes :

$$D + A\Delta + B\delta = 0, \qquad D_1 + A\Delta_1 + B\delta_1 = 0.$$

Inversement, l'intégrale générale du système (4) est de la forme (2).

» Si a, b, c sont rationnels, et si l'intégrale de (4) est algébrique, les valeurs d'un système (t, u), pour une valeur donnée de x, forment un groupe fini (α) de substitutions linéaires. Soient $\varphi(t, u)$, $\psi(t, u)$ les deux fonctions invariantes fondamentales qui correspondent à ce groupe.

» On a

$$\varphi(t, u) = P(x), \qquad \psi(t, u) = Q(x),$$

P et Q étant deux fonctions rationnelles de x. Remplaçons, dans les équations (4), t et u en fonction de P et Q : nous obtenons deux équations (4′), où figurent les dérivées de P et Q jusqu'au quatrième ordre, et dont les coefficients sont des fonctions rationnelles des dérivées de φ et ψ, par suite, des fonctions rationnelles de t et u, qui ne changent pas par les substitutions du groupe (α) et *s'expriment rationnellement en* P *et* Q. Si φ et ψ étaient deux fonctions invariantes quelconques de (α), les mêmes coefficients seraient des fonctions algébriques de P et Q : cette dernière conclusion subsiste si le groupe (α) est hyperfuchsien.

» Les équations (4′) donnent les valeurs de A et B en fonction de P et Q, et permettent ainsi de former *toutes les équations* (1) *où a, b, c sont rationnels et dont l'intégrale générale est algébrique.* Quand le système (4) est intégré, l'équation (1) se ramène à une quadrature; on exprime, en effet, que y_1, ty_1, uy_1 satisfont à l'équation (1), ce qui donne trois relations d'où l'on tire $\frac{y'_1}{y_1}$, et l'on trouve que

$$(5) \qquad y = C(t''u' - t'u'')^{-\frac{1}{3}} e^{-\frac{1}{3}\int_{x_0}^{x} a\,dx}.$$

» Pour que l'intégrale de (1) soit algébrique, il faut donc et il suffit : 1° que a soit la dérivée logarithmique d'une fraction rationnelle; 2° que l'intégrale de (4) soit algébrique, autrement dit, que, pour un groupe (α), les équations (4') admettent *un système d'intégrales* (P, Q) *rationnelles*. Je dis qu'on peut toujours reconnaître, par un nombre limité d'opérations, si l'intégrale de (1) correspond à un groupe fini donné (α).

» En effet, en posant

$$y = \mathrm{Y} e^{-\frac{1}{3}\int a\,dx},$$

on ramène l'équation (1) à une forme où a est nul, et l'on a

$$(5') \qquad \mathrm{Y} = \mathrm{C}(t''u' - t'u'')^{-\frac{1}{3}}.$$

» Soit n l'indice du groupe; Y est une fonction algébrique de x ne prenant pas plus de $3n$ valeurs, et il suffit de reconnaître si l'équation (1) admet une telle intégrale, question qu'on peut résoudre de bien des manières. Par exemple, on forme l'équation à laquelle satisfait le produit $y_1 y_2 \ldots y_n$, on cherche si elle admet des intégrales de la forme $\sqrt[3]{\frac{\mathrm{M}(x)}{\mathrm{N}(x)}}$, et, ces intégrales une fois formées, on a aisément une limite du degré en x de l'équation $f(y, x) = 0$ qui définit l'intégrale de (1).

» Mais il convient de remarquer que, parmi les groupes ternaires, il en est dont l'indice est indéterminé, à savoir les groupes analogues aux groupes du dièdre, dont les substitutions canoniques s'obtiennent, sous forme homogène, en multipliant les variables z_1, z_2, z_3 respectivement par ε, ε', ε'' (ε, ε', ε'' étant des racines $n^{\text{ièmes}}$ de l'unité), et en permutant ces quantités de toutes les manières.

» Tous les autres groupes à indice indéterminé sont des *sous-groupes* des précédents, qu'il suffit de considérer exclusivement. Les valeurs de (t, u), si elles correspondent à un tel groupe, sont de la forme

$$\begin{cases} t = \varepsilon t, \\ u = \varepsilon' u; \end{cases} \quad \begin{cases} t = \varepsilon u, \\ u = \varepsilon' t; \end{cases} \quad \begin{cases} t = \varepsilon \dfrac{t}{u}, \\ u = \dfrac{\varepsilon'}{u}; \end{cases} \quad \begin{cases} t = \dfrac{\varepsilon}{u}, \\ u = \varepsilon' \dfrac{t}{u}; \end{cases} \quad \begin{cases} t = \dfrac{\varepsilon u}{t}, \\ u = \dfrac{\varepsilon'}{t}; \end{cases} \quad \begin{cases} t = \dfrac{\varepsilon}{t}, \\ u = \varepsilon' \dfrac{u}{t}, \end{cases}$$

et la formule (5') montre qu'alors une intégrale y_1 de l'équation (1) peut s'écrire

$$y_1 = \sqrt[3n]{g(x)},$$

$g(x)$ étant définie par une relation $f(g, x) = 0$ du troisième degré en g.

Il en résulte que l'équation (1) se ramène dans ce cas à une *quadrature*, ainsi que je le montrerai, si l'Académie le permet, dans une Note prochaine, où j'étendrai en même temps ces résultats aux équations d'ordre supérieur ou aux dérivées partielles. La conclusion à laquelle nous arrivons, en définitive, est la suivante : *Étant donnée une équation linéaire et homogène du troisième ordre, on peut toujours reconnaître, par un nombre limité d'opérations purement algébriques, si son intégrale est algébrique ou ramener l'équation à une quadrature.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations* $aX^4 + bY^4 = cZ^2$, $aX^4 + bY^4 + dX^2Y^2 = cZ^2$; par M. **Desboves**.

« Soit d'abord l'équation

$$aX^4 + bY^4 = cZ^2, \tag{1}$$

dans laquelle on suppose c égal à $a+b$. On fait $x=y=z=1$ dans le système (2) de ma première Note, puis on efface les accents. On a ainsi les formules

$$(2)\quad \begin{cases} X = a(a-b)x^3 - b(3a+b)y^2x - 2bcyz, \\ Y = b(b-a)y^3 - a(a+3b)x^2y - 2ac\,xz. \end{cases}$$

» J'avais obtenu autrefois des formules équivalentes, mais moins simples,

$$(3)\quad \begin{cases} X = a(a-b)x^3 + 4ab\,yx^2 - b(3a+b)y^2x \\ \qquad\qquad + 2bcy^3 - [(a-b)x + 2by]cz, \\ Y = b(b-a)y^3 + 4ab\,xy^2 - a(a+3b)x^2y \\ \qquad\qquad + 2acx^3 - [(b-a)y + 2axz]cz. \end{cases}$$

(On n'a pas écrit les expressions de Z à cause de leur complication relative.) z prenant le double signe, les deux systèmes précédents donnent, en général, deux solutions correspondant à une même solution (x, y, z) comme les formules du sixième degré qu'on peut leur associer, mais avec cette particularité qui leur est propre de ne jamais faire connaître qu'une solution nouvelle. Pour rendre compte de ce fait, j'ai résolu les équations (2) et (3) par rapport à x, y, z.

» D'abord des formules (3) on déduit les valeurs obtenues pour x, y, z en y remplaçant X, Y, Z, respectivement, par x, y, z et réciproquement.

Mais, si l'on traite la même question par la même méthode pour le système (2), on obtient pour x, y, au lieu de formules du troisième degré, des formules du second degré. De là il fallait nécessairement conclure que les formules (2) et (3) pouvaient être remplacées par des formules équivalentes du second degré pour X et Y. Voici une démonstration directe : E, G, H, L étant des constantes à déterminer et X, Y, x, y des variables, on écrit l'équation

$$(4)\qquad EX^2x^2 + GY^2y^2 - 2LXYxy - H(X^2y^2 + Y^2x^2) = 0,$$

qui ne change pas par les permutations de X, x et de Y, y. On en déduit

$$(5)\qquad \frac{Y}{X} = \frac{LXY \pm \sqrt{(L^2 - EG - H^2)x^2y^2 + H(Ex^4 + Gy^4)}}{-Hx^2 + Gy^2}.$$

» Posons maintenant

$$L^2 - EG - H^2 = 0, \qquad H = a - b, \qquad E = \frac{4a(a+b)}{a-b}, \qquad G = \frac{4b(a+b)}{a-b}.$$

» On tire de là

$$L^2 = \frac{(a-b)^4 + 16ab(a+b)^2}{(a-b)^2} = \frac{(a^2+b^2+6ab)^2}{(a-b)^2},$$

et, par suite, en supprimant un dénominateur commun $a - b$, on a

$$\begin{aligned} L &= a^2 + b^2 + 6ab, \\ H &= (a-b)^2, \\ E &= 4a(a+b), \\ G &= 4b(a+b). \end{aligned}$$

» En substituant ces valeurs de L, H, E, G dans l'équation (5), on aura

$$\frac{Y}{X} = \frac{(a^2+b^2+6ab)xy \pm 2(a+b)(a-b)\sqrt{ax^4+by^4}}{-(a-b)^2x^2 + 4b(a+b)y^2},$$

ou, (x, y, z) étant supposée une solution de l'équation (1),

$$(6)\qquad \frac{Y}{X} = \frac{[2c^2 - (a-b)^2]xy + 2c(a-b)z}{-(a-b)^2x^2 + 4bcy^2}.$$

» Or, si l'on admet que (X, Y, Z) soit une solution de l'équation (1), on peut écrire aussi

$$(7)\qquad \frac{y}{x} = \frac{[2c^2 - (a-b)^2]XY + 2c(a-b)Z}{-(a-b)^2X^2 + 4bcY^2}.$$

» Le calcul s'achève au moyen des équations (6) et (7) et on a les formules demandées

$$\begin{aligned}
X &= -(a-b)^2x^2 + 4bcy^2,\\
Y &= [2c^2-(a-b)^2]xy + 2c(a-b)z,\\
Z &= 4b(a-b)xy[4acx^2+(a-b)^2y^2]\\
&\quad + [2c^2-(a-b)^2][(a-b)^2x^2+4bcy^2]z.
\end{aligned}$$

» Tout ce qui précède s'applique à l'équation

$$aX^4 + bY^4 + dX^2Y^2 = cZ^2$$

lorsqu'on a

$$c = a + b + d;$$

en particulier, on obtient aussi des formules du second degré pour X et Y. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Distribution de l'électricité sur une surface fermée convexe*. Note de M. G. **Robin**, présentée par M. Darboux.

« Considérons une surface fermée convexe σ n'ayant qu'un plan tangent en chaque point. Joignons un de ses points aux divers éléments $d\sigma$ par des droites r faisant des angles φ avec la normale intérieure au point en question.

» Donnons-nous une fonction *quelconque* f, déterminée et finie en tout point de σ, et formons la suite d'intégrales

$$(1)\quad f_1 = \frac{1}{2\pi}\int_\sigma \frac{f\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma,\qquad f_2 = \frac{1}{2\pi}\int_\sigma \frac{f_1\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma,\qquad \ldots,\qquad \textit{ad infin.}$$

» On va voir que f_n *tend vers la densité* e *de la couche électrique en équilibre d'elle-même sur* σ.

» Cette densité est déterminée (quand on fixe sa valeur en un point particulier) par l'équation fonctionnelle (¹)

$$(2)\qquad e = \frac{1}{2\pi}\int_\sigma \frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma.$$

(¹) Voir *Annales de l'École Normale*, 1886, supplément.

» Or on peut écrire

$$f_1 = \frac{1}{2\pi}\int_\sigma \frac{f}{e}\,\frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma.$$

» Soient A le maximum, B le minimum du rapport $\frac{f}{e}$, M la moyenne $\frac{A+B}{2}\cdot$ Partageons, suivant la méthode de Carl Neumann [1], la surface σ en deux groupes de régions, l'un α correspondant aux valeurs de $\frac{f}{e}$ plus grandes que M, l'autre β aux valeurs plus petites; s'il y a des plages où $\frac{f}{e}$ est constamment égal à M, on les attribuera indifféremment au premier ou au second groupe.

» Comme e a partout le même signe, + par exemple, et que, σ étant convexe, $\cos\varphi$ est toujours positif, on aura les inégalités

$$2\pi f_1 \leq A\int_\alpha \frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma + M\int_\beta \frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma,$$
$$2\pi f_1 \geq M\int_\alpha \frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma + B\int_\beta \frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma,$$

qui, à cause des relations $A - M = M - B = \frac{A-B}{2}$, peuvent s'écrire

$$2\pi f_1 \leq A\int_\sigma \frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma - \frac{A-B}{2}\int_\beta \frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma,$$
$$2\pi f_1 \geq B\int_\sigma \frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma + \frac{A-B}{2}\int_\alpha \frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma$$

ou bien, en utilisant l'équation (2) et en désignant par θ_α, θ_β deux quantités *positives* dont la somme est égale à 1,

$$\frac{f_1}{e} \leq A - \theta_\beta\frac{A-B}{2}, \qquad \frac{f_1}{e} \geq B + \theta_\alpha\frac{A-B}{2}.$$

» Si donc on appelle Θ_β la valeur de θ_β correspondant au maximum A_1 du rapport $\frac{f_1}{e}$ et ϑ_α la valeur de θ_α correspondant à son minimum B_1, on aura

$$A_1 \leq A - \Theta_\beta\frac{A-B}{2}, \qquad B_1 \geq B + \vartheta_\alpha\frac{A-B}{2};$$

---

(1) *Untersuchungen über das logarithmische und Newton'sche Potential.* Leipzig; 1877.

d'où

$$A_1 - B_1 \leq (A - B)\left(1 - \frac{\theta_\beta + \vartheta_\alpha}{2}\right).$$

» De là résulte qu'on peut assigner une quantité déterminée λ, positive et plus petite que l'unité, telle que, si l'on désigne par A_n le maximum et par B_n le minimum de $\frac{f_n}{e}$, on ait

$$A_n - B_n \leq \lambda^n (A - B).$$

» La différence entre le maximum et le minimum de $\frac{f_n}{e}$ tendant vers zéro, il s'ensuit que $\frac{f_n}{e}$ tend vers une constante. C. Q. F. D.

» Cette constante n'est pas nulle en général (elle ne l'est jamais quand la fonction f a partout le même signe). Le module de cette constante ne peut dépasser la plus grande valeur absolue du rapport $\frac{f}{e}$.

» Le théorème précédent peut servir à la détermination des fonctions qui satisfont, dans l'espace, à l'équation $\Delta\varphi = 0$ et qu'on assujettit en tous les points d'une surface convexe à diverses conditions (V ou sa dérivée suivant la normale donnée). »

PHYSIQUE. — *Sur la mesure des conductibilités intérieures.* Note de M. **Morisot**, présentée par M. Debray.

« I. Nous appellerons, comme Fourier, *coefficient de conductibilité intérieure,* et nous désignerons par η la quantité de chaleur qui, pendant l'unité de temps, traverserait, d'une face à la face opposée, un cube de la substance étudiée ayant $0^{m},01$ d'arête, les températures des deux faces considérées différant de $1°$C., et les autres faces ne recevant ni ne cédant de chaleur.

» Soit un cylindre homogène et isotrope, perdant de la chaleur par sa surface latérale seulement; cherchons comment, en chaque instant, la température variera de l'axe à la surface.

» Ce cylindre peut être décomposé en couches concentriques. Appelons, pour une de ces couches :

r sa distance à l'axe;
dr son épaisseur;

h sa hauteur (c'est celle du cylindre);
θ sa température supposée constante pendant un temps très court dt.

» Cette couche reçoit de celle qui la touche intérieurement une quantité de chaleur mesurée par le produit

$$2\pi r h \eta \frac{d\theta}{dr} dt.$$

D'autre part, elle cède à la couche immédiatement extérieure une quantité de chaleur exprimée par le produit analogue

$$2\pi (r + dr) h \eta \frac{d(\theta + d\theta)}{dr} dt.$$

La perte totale, différence des deux produits précédents, se réduit à

$$(1) \qquad 2\pi h \eta \, dr \left(\frac{d\theta}{dr} + r \frac{d^2\theta}{dr^2} \right) dt.$$

» Mais si, pendant le même temps dt, la température de la couche a diminué de $\frac{d\theta}{dt} dt$, la quantité de chaleur perdue s'exprimera aussi par le produit

$$(2) \qquad \frac{d\theta}{dt} dt \times 2\pi r h \, dr \, \delta \gamma$$

(γ désigne la chaleur spécifique, et δ la densité du corps).

» En égalant les deux expressions (1) et (2) de la chaleur perdue, on obtient l'équation différentielle

$$(3) \qquad \frac{d^2\theta}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d\theta}{dr} = \frac{\gamma\delta}{\eta} \frac{d\theta}{dt}.$$

» II. Dans nos travaux antérieurs (Notes du 5 avril 1880 et du 17 décembre 1883, et thèse inaugurale du 29 juillet 1882), nous avons montré qu'à partir d'une valeur suffisamment grande du temps on a

$$(4) \qquad \theta = P e^{-mt},$$

P variant d'une couche à l'autre. Remplaçant dans l'équation (3) les dérivées tirées de l'expression (4), on obtient l'équation

$$(5) \qquad \frac{d^2 P}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dP}{dr} - \frac{m \delta \gamma}{\eta} P = 0.$$

» Cette équation est satisfaite approximativement en posant

$$P = A + B \cos kr,$$

d'où

(6) $$P = A + B - B\frac{k^2 r^2}{2},$$

$$\frac{dP}{dr} = -Bk \sin kr;$$

soit

(7) $$\frac{dP}{dr} = -Bk^2 r,$$

$$\frac{d^2P}{dr^2} = -Bk^2 \cos kr;$$

soit

(8) $$\frac{d^2P}{dr^2} = -Bk^2 + B\frac{k^4 r^2}{2}.$$

» La substitution de ces valeurs (6), (7), (8) dans l'équation (5) donne

(9) $$k^2 = \frac{m\delta\gamma}{\eta}$$

et

(10) $$A = B.$$

» Enfin, en écrivant que, pour $r = 0$ (sur l'axe), P prend la valeur P_0 donnée par l'observation, et que, pour $r = R$ (c'est-à-dire à la surface), P prend la valeur également connue P_R, on arrive à exprimer, pour une couche quelconque, P par l'une des égalités suivantes

(11) $$P = P_0 - P_0\frac{m\delta\gamma}{4\eta}r^2$$

ou

(11 *bis*) $$P = P_0 - \frac{P_0 - P_R}{R^2}r^2.$$

» Des mesures directes m'ont prouvé l'exactitude de cette dernière formule.

» III. L'égalité entre les deux valeurs de P donne

(12) $$\eta = \frac{m\delta\gamma}{\eta}\frac{P_0}{P_0 - P_R}R^2.$$

» Mais cette expression peut être encore simplifiée : si p désigne le poids et C la capacité calorifique du cylindre, on a

$$\delta\gamma = \frac{p\gamma}{\pi R^2 h} \quad \text{ou} \quad \delta\gamma = \frac{C}{\pi R^2 h}$$

et, par suite,

$$(12\ bis) \qquad \eta = \frac{mC}{4\pi h\left(1 - \frac{P_0}{P_R}\right)}.$$

» Ces quantités m, C, P_0 et P_R sont fournies par les expériences dont j'ai fait connaître le dispositif (*voir* les travaux ci-dessus rappelés). Mais la formule (12 *bis*) donne, pour le coefficient de conductibilité intérieure, une expression beaucoup plus simple, plus rigoureuse et plus facile à calculer que l'expression résultant de mes recherches antérieures. »

ÉLECTRICITÉ. — *Détermination de la quantité de bisulfate de potasse dans une liqueur étendue*. Note de M. **E. Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« Si l'on veut appliquer la mesure des conductibilités à l'évaluation *absolue* de la quantité de bisulfate de potasse, dans une liqueur étendue, on est arrêté par une première difficulté : c'est que l'on ne peut déterminer la conductibilité du bisulfate pur, ce sel étant toujours accompagné d'acide sulfurique et de sulfate de potasse, dans les dissolutions étendues.

» Toutefois, et pour le cas particulier que nous avons en vue, on peut, sans erreur notable, confondre les conductibilités moléculaires du bisulfate de potasse et du sulfate neutre. Si la molécule non décomposée de bisulfate constitue réellement *une molécule électrolytique unique,* ces conductibilités sont égales à la limite, et, dans des dissolutions contenant au plus $0^{\text{éq}},1$ par litre, leur différence doit être négligeable par rapport à la grande conductibilité de l'acide sulfurique.

» Cela posé, revenons à l'exemple cité dans ma dernière Communication (¹). Le mélange à volumes égaux de deux dissolutions de sulfate de potasse et d'acide sulfurique à $0^{\text{éq}},1$ contient, par litre,

$$\frac{0,1}{2}\left\{\begin{array}{l}(1-y)\mathrm{KO, SO^3} \\ y\mathrm{KO, HO, 2SO^3} \\ (1-y)\mathrm{HO, SO^3}.\end{array}\right. \quad \begin{array}{l}\text{conduisant en-}\\ \text{semble comme}\end{array} \Big\} \ \mathrm{KO, SO^3}.$$

(¹) *Voir* p. 1789 de ce Volume.

» Pour calculer la conductibilité d'un tel mélange, négligeons d'abord les effets d'inégale dilution de l'acide et des sels, étudiés antérieurement ([1]), c'est-à-dire écrivons que la conductibilité du mélange est la somme des conductibilités de ses éléments.

» Prenant pour unité la conductibilité du sulfate neutre à 24°,65, celle de l'acide, à la même température, est 2,215, celle du mélange $C = 1,406$. y est déterminé par l'équation

$$(1)\qquad 1 + (1 - y)\,2,215 = 1,406 . 2,$$

d'où

$$y = 0,184.$$

» La valeur ainsi obtenue est un peu grossière et toujours trop petite ; mais elle peut servir à calculer des valeurs plus approchées, en tenant compte de la dilution. Après deux approximations successives, on trouve

$$y_2 = 0,225,$$

valeur d'une exactitude plus que suffisante ([2]).

» *Effet de la température.* — La conductibilité de l'acide sulfurique à

([1]) *Voir* p. 1699 de ce Volume.

([2]) L'équation qu'il faudrait résoudre ne peut être écrite que quand on connaît algébriquement la loi des conductibilités de chacun des corps mêlés. Il est plus simple de représenter celles-ci par des courbes et de procéder de la manière suivante :

Après avoir calculé x comme il a été dit (p. 1789) dans l'hypothèse d'une action chimique nulle, et au moyen des valeurs relevées sur les courbes, on connaît l'excès $x - C = e$ et l'excès $x - \mu = e'$. La valeur de y donnée par l'équation (1) correspond à l'excès e'. On aura une première valeur approchée

$$y_1 = \frac{e}{e'} y.$$

On calcule ensuite la conductibilité x_1 du mélange en admettant $1 - y_1$ d'acide sulfurique libre. Soit e_1 l'excès $x_1 - C$; la deuxième valeur approchée est

$$y_2 = \frac{e}{e - e_1} y_1.$$

On aurait de même

$$y_3 = \frac{e}{e - e_2} y_2,$$

. . . . ,

mais les excès e_1, e_2 tendent rapidement vers zéro, et l'on peut, en général, adopter la valeur y_2.

$0^{eq},1$ varie proportionnellement au facteur

$$1 + 0,02129t - 0,000147t^2;$$

celle du sulfate neutre, proportionnellement à

$$1 + 0,03333t.$$

» La conductibilité du mélange à volumes égaux fournit un facteur presque identique à celui de l'acide sulfurique. La diminution proportionnelle de conductibilité résultant du mélange croît donc avec la température. Il en est de même de la proportion de bisulfate. On trouve

Température.	y_1 (corrigé).
0°	0,137
24°,65	0,225

» Le bisulfate de potasse est donc surtout stable dans les liqueurs *chaudes et concentrées*.

» *Effet d'un excès de sulfate neutre ou d'acide.* — Plusieurs séries d'expériences, ramenées à une même température de 16°, m'ont donné, en moyenne, les valeurs suivantes de y_2 :

Proportions du mélange.	y_2 (corrigé).
$3KO, SO^3 + HO, SO^3$	0,300
$2KO, SO^3 + HO, SO^3$	0,237
$KO, SO^3 + HO, SO^3$	0,186
$KO, SO^3 + 2HO, SO^3$	0,227
$KO, SO^3 + 3HO, SO^3$	0,253
$KO, SO^3 + 4HO, SO^3$	0,280

» Les liqueurs qui ont servi à former ces mélanges étaient toujours à $0^{eq},1$ par litre.

» On voit que la proportion de bisulfate croît avec l'excès de l'un ou de l'autre des corps réagissants. Il semblerait même qu'un excès de sulfate neutre est plus favorable qu'un excès d'acide. Ce double résultat est la confirmation des conclusions tirées par M. Berthelot (1) de l'étude calorimétrique de mélanges plus concentrés ($m = 1^{eq}$ au lieu de $0^{eq},1$). Il en est de même de l'effet de la dilution, étudié dans ma dernière Note (2). »

(1) *Essai de Mécanique chimique,* t. II, p. 319, 320, 321.
(2) *Voir* p. 1790 de ce Volume.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la décomposition des hyposulfites par les acides.* Note de M. G. **Foussereau**, présentée par M. Lippmann.

« Quand on verse un acide dans une dissolution d'un hyposulfite, la liqueur se trouble, comme on sait, au bout de quelques instants. Le radical acide des hyposulfites se dédouble en acide sulfureux et soufre laiteux qui se dépose peu à peu. Toutefois, quand on répète cette expérience avec des dissolutions de plus en plus étendues, le trouble est de plus en plus lent à apparaître : il ne se manifeste bientôt que par une nuance bleuâtre de la liqueur, et finit même par devenir insensible au delà d'une certaine dilution.

» Le phénomène chimique se produit-il simplement avec une lenteur croissante dans ces cas extrêmes, ou l'acide hyposulfureux se conserve-t-il intact dans la liqueur jusqu'au moment indéterminé où quelque circonstance accessoire provoque en un point de la masse le commencement de la réaction? La méthode reposant sur la mesure des résistances électriques est éminemment propre à trancher cette question.

» J'ai fait, dans ce but, un certain nombre de mesures sur des mélanges d'acide chlorhydrique et d'hyposulfite de soude, en proportions équivalentes, et à des degrés de dilution divers. Ces expériences m'ont conduit aux résultats suivants :

» 1° Si l'on opère sur un mélange contenant par litre $\frac{1}{12}$ d'équivalent des deux réactifs, et capable de se troubler dès les premiers instants, on observe que la résistance électrique s'accroît d'abord très rapidement, puis de plus en plus lentement, pour atteindre, au bout d'une dizaine de jours seulement, une limite sensiblement égale aux $\frac{3}{2}$ de la résistance primitive. La décomposition de l'acide hyposulfureux n'est donc pas complète dès le début; elle achève de se produire progressivement.

» 2° Si l'on opère sur des mélanges très étendus, contenant de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{2000}$ d'équivalent par litre, l'accroissement de résistance commence immédiatement à se produire, mais avec une extrême lenteur. Il s'accélère progressivement pendant les premiers jours, atteint un maximum de vitesse après un intervalle qui, pour la concentration de $\frac{1}{1200}$ d'équivalent par litre, embrasse environ quarante jours, puis se ralentit et s'arrête. La résistance finale est encore voisine des $\frac{3}{2}$ de la résistance primitive. Le phénomène s'accomplit du reste d'autant plus rapidement que la température est plus élevée.

» 3° Si l'on ajoute au mélange récemment préparé $\frac{1}{13}$ de sa masse d'un mélange ancien de même composition et déjà altéré, l'accroissement de la résistance, pendant les premiers jours, devient environ cinq fois plus rapide qu'il n'est sans cette addition. Le maximum de vitesse est atteint après une dizaine de jours seulement, et le phénomène entier, pris dans son ensemble, conserve une avance considérable. Avec $\frac{1}{26}$ de mélange ancien, la vitesse initiale d'altération est encore trois fois plus grande; l'accroissement est encore sensible pour une dose de $\frac{1}{100}$. Le soufre déjà formé, suspendu dans le liquide altéré, accélère donc, par sa présence, la précipitation de soufre nouveau. On peut comparer son action à celle d'un cristal de la substance dissoute dans une dissolution sursaturée. Le soufre octaédrique, finement pulvérisé et ajouté au liquide, paraît exercer une action de même sens, mais beaucoup moins sensible.

» 4° Quand on examine au microscope une goutte d'un mélange qui commence à se troubler, l'on y aperçoit une multitude de globules arrondis, d'une extrême petitesse. Ces globules, animés d'un mouvement brownien, s'agitent en tous sens dans le liquide, se heurtent et finissent par s'accoler les uns aux autres, formant des chapelets de grains qui, peu à peu, grossissent, deviennent immobiles et tombent au fond du liquide. Tout le précipité recueilli au fond des vases présente cette structure en granules arrondis.

» La ressemblance de ces chapelets avec certaines productions organiques m'avait d'abord fait penser qu'une fermentation pouvait être la cause déterminante du phénomène. Je me suis assuré qu'il n'en est rien, en opérant sur des liquides stérilisés par un maintien d'une demi-heure à la température de 100°. Ces liquides ont été chauffés dans des tubes concentriques séparés de l'atmosphère par une pointe effilée. Cette pointe ayant été fermée à la lampe, on a mêlé les liquides en renversant le récipient après leur refroidissement. Les phénomènes ordinaires se sont manifestés au bout du même temps sans aucune modification. L'hypothèse d'une fermentation doit donc être écartée.

» Quand on observe des mélanges au $\frac{1}{125}$ d'équivalent, le trouble apparaît après quelques heures. Le liquide qui n'a pas été additionné de mélange déjà altéré prend une teinte violacée opaline, et renferme des éléments solides très nombreux et extrêmement petits, qui finissent par s'amasser au fond sous l'apparence d'une espèce de gelée. Le liquide additionné de $\frac{1}{40}$ de mélange ancien prend au contraire une couleur blanche, et renferme des globules moins nombreux et plus gros qui s'amassent finale-

ment sous forme d'un dépôt grenu. Les globules de soufre ajoutés au liquide primitif jouent donc le rôle de noyaux qui s'accroissent aux dépens du liquide ambiant, en fixant à leur surface le soufre enlevé à l'acide hyposulfureux (¹). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les vanadates ammoniacaux.* Note de M. A. **Ditte**, présentée par M. Debray.

« I. *Vanadates de méthylamine.* — Quand on traite de l'acide vanadique soluble par un excès de méthylamine à froid, on obtient, après filtration, une liqueur incolore ou jaune-paille, à réaction très alcaline. Concentrée dans le vide, elle donne une belle cristallisation d'aiguilles incolores et transparentes, faciles à débarrasser de leur eau-mère sirupeuse, en les desséchant sur de la porcelaine poreuse. Ces cristaux sont très solubles dans l'eau, brunissent quand on les chauffe et deviennent presque noirs; ils donnent ensuite lieu à une flamme peu éclairante et laissent de l'acide vanadique; leur composition est celle du vanadate neutre de méthylamine $VO^5[C^2H^2(AzH^3),HO]HO$.

» Si, au lieu de laisser un excès d'alcali dans la liqueur, on lui ajoute de l'acide acétique, il se forme un précipité rouge soluble dans un excès d'acide, en donnant une solution rouge grenat. Elle abandonne, quand on l'évapore dans le vide, des cristaux transparents de même couleur et dérivant d'un prisme rhomboïdal; leur composition correspond à la formule $2VO^5[C^2H^2(AzH^3)HO],4HO$. Ces cristaux se réduisent en une poudre jaune orangé devenant vermillon foncé quand on la chauffe doucement; à température plus élevée elle s'enflamme comme le vanadate neutre et laisse un résidu d'acide vanadique.

» II. *Vanadates d'éthylamine.* — En traitant de l'acide vanadique soluble par un excès d'éthylamine, il se forme une liqueur jaunâtre, très alcaline, et qui ne filtre qu'avec lenteur; elle devient sirupeuse quand on l'évapore dans le vide, puis dépose les petits cristaux incolores, transparents, déliquescents et assez difficiles à débarrasser de leur eau-mère très sirupeuse; ces cristaux, très solubles dans l'eau, brunissent à la surface sous l'influence de la lumière et sont constitués par du vanadate neutre d'éthylamine $VO^5[C^4H^4(AzH^3)HO]$. Ils deviennent jaunâtres quand on

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne.

les chauffe, puis bouillonnent en dégageant les gaz combustibles et laissent finalement de l'acide vanadique comme résidu.

» Un excès d'acide acétique ajouté à la solution de vanadate neutre la change en une liqueur rouge qui dépose après concentration de beaux prismes transparents et rouges renfermant $2VO^5[C^4H^4(AzH^3),HO]$. Ceux-ci donnent une poudre orange devenant rouge foncé quand on la chauffe, puis ils brûlent comme de l'amadou en laissant de l'acide vanadique.

» L'éthylamine et la méthylamine se comportent donc en présence de l'acide vanadique comme la potasse, qui donne aussi un sel neutre très soluble; elles s'écartent de l'ammoniaque, dont le vanadate neutre se dissout fort peu dans l'eau froide.

» III. *Vanadate ammoniaco-magnésien.* — Il était intéressant de chercher à obtenir avec l'acide vanadique un sel analogue aux phosphate et arséniate ammoniaco-magnésiens, si caractéristiques des acides phosphorique et arsénique; je n'ai pas pu y arriver.

» Le vanadate d'ammoniaque est très peu soluble dans les solutions ammoniaco-magnésiennes concentrées à cause du chlorhydrate d'ammoniaque qu'elles renferment; dans les liqueurs étendues qui le dissolvent mieux, il ne donne aucun précipité; la liqueur évaporée à chaud donne du vanadate d'ammoniaque quand on la laisse refroidir; puis, ultérieurement, de beaux cristaux exempts de vanadium et formés par le chlorure double $AzH^4Cl, MgCl, 2HO$.

» Un excès de chlorure de magnésium ajouté à une solution chaude et saturée de vanadate d'ammoniaque ne la trouble pas; le mélange concentré à l'ébullition devient jaunâtre en perdant un peu d'ammoniaque, mais il ne dépose que du vanadate ammoniacal mêlé de quelques très petits cristaux de bivanadate de magnésie et, ultérieurement, des aiguilles de chlorure de magnésium; la même liqueur, additionnée d'un peu d'ammoniaque pour empêcher la décomposition du vanadate d'ammoniaque à 100°, reste incolore et alcaline; elle dépose un peu de magnésie, puis, après filtration, du vanadate d'ammoniaque et plus tard du chlorure de magnésium.

» Enfin l'ammoniaque ajoutée à une solution de vanadate neutre de magnésie détruit ce sel en donnant un mélange de magnésie hydratée et de vanadate d'ammoniaque; la liqueur filtrée retient de la magnésie dissoute dans l'ammoniaque et le vanadate d'ammoniaque qu'elle renferme; mais elle ne donne, quand on l'évapore, qu'un mélange de magnésie et

de vanadate d'ammoniaque. Il semble donc que les vanadates de magnésie ne puissent pas exister en présence de l'ammoniaque, et que la combinaison de cette base avec l'acide vanadique dégage plus de chaleur que l'union de la magnésie avec ce même acide.

» IV. *Vanadates doubles ammoniacaux.* — Une solution de vanadate d'ammoniaque rendue fortement acide par de l'acide acétique, puis mélangée à une solution étendue et froide de silicate de potasse, acidifiée de la même façon, donne une liqueur rouge; celle-ci, concentrée dans le vide, ne tarde pas à déposer de beaux prismes rouges, transparents, faciles à séparer de l'eau-mère, qui ne se prend en gelée que lorsqu'on la concentre davantage. Ces cristaux perdent de l'eau sans changer de forme quand on les chauffe doucement, puis ils deviennent noirs en dégageant de l'ammoniaque, et laissent un résidu qui fond au rouge; leur composition est exprimée par la formule $5VO^5, KO, 2AzH^4O, 9HO$, que l'on peut écrire, puisqu'ils prennent naissance au milieu d'une liqueur acide,

$$2VO^5, KO + 3VO^5, 2AzH^4O + 9HO.$$

» Les choses se passent de la même manière quand on substitue le silicate de soude à celui de potasse; on peut même opérer dans des liqueurs chaudes, qui déjà en se refroidissant déposent quelques paillettes, et qui, après concentration dans le vide, donnent un dépôt abondant de belles paillettes, brillantes, rouge orangé, qui renferment

$$5VO^5 NaO, 2AzH^4O, 15HO$$

ou, par la même raison que précédemment

$$2VO^5 NaO + 3VO^5, 2AzH^4O + 15HO.$$

» V. En résumé, l'étude générale des vanadates, préparés par voie sèche ou par voie humide, montre que tous ces composés se rapportent à quelques types bien définis et de formules simples, savoir :

» $3VO^5, MO$; $2VO^5, MO$; $3VO^5, 2MO$ pour les acides;

» VO^5, MO pour les vanadates neutres;

» $VO^5, 2MO$; $VO^5, 3MO$; $VO^5, 4MO$ pour les sels basiques, abstraction faite de l'eau, dont la quantité varie suivant les circonstances dans lesquelles s'effectue la cristallisation. Je n'ai pas rencontré de composés plus complexes, présentant en particulier la formule $5VO^5, 3MO$ attribuée à certains sels par quelques auteurs; il est à remarquer cependant que c'est

précisément là la formule brute des sels doubles précédemment décrits; mais, comme ceux-ci se forment dans une liqueur acide, il paraît naturel de les considérer comme une combinaison de deux sels acides, capables tous deux de prendre naissance dans les mêmes circonstances; je serais conduit par là à penser que les sels auxquels la formule $5VO^5, 3MO$ a été attribuée, s'ils ont été obtenus bien purs, doivent être regardés comme des sels doubles renfermant un seul métal; ils seraient alors des combinaisons d'un bivanadate avec le sesquivanadate correspondant, et leur composition serait représentée par la formule $2VO^5, MO + 3VO^5, 2MO$. »

CHIMIE. — *Solubilité de l'acide urique dans l'eau.* Note de MM. **Ch. Blarez** et **G. Denigès**, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons appliqué à la détermination de la solubilité de l'acide urique dans l'eau le procédé de dosage par le caméléon, indiqué dans notre précédente Note (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 789).

» Les résultats des nombreuses expériences que nous avons faites à ce sujet peuvent être traduits par une courbe dont les abscisses représentent les températures, et les ordonnées les quantités exprimées en milligrammes d'acide urique dissous par 100^{gr} d'eau.

» La formule d'interpolation que nous en avons déduite

$$x = 2 + 0,15t + 0,0020t^2 + 0,000025t^3$$

répond très rigoureusement aux données expérimentales, ainsi qu'on peut s'en convaincre en comparant les chiffres suivants :

100^{gr} *d'eau dissolvent d'acide urique.*

Températures.	Nombres expérimentaux.	Nombres calculés.	Différences.
°	mgr	mgr	mgr
0	2	2	0
10	3,7	3,7	0
20	6	6	0
30	8,8	8,9	+0,1
40	12,2	12,8	+0,6
50	17	17,6	+0,6
60	23	23,6	+0,6
70	30,50	30,8	+0,3
80	39	39,6	+0,6
90	49,8	49,9	+0,1
100	62,50	62	+0,5

» Dans le cours de nos recherches nous avons rencontré un certain nombre de faits que nous devons signaler.

» La détermination de la solubilité de l'acide urique dans une solution de ce corps saturée à l'ébullition et refroidie jusqu'à la température considérée, en présence d'un excès d'acide urique cristallisé, ne peut donner des résultats satisfaisants à cause de l'extrême facilité avec laquelle les solutions uriques se sursaturent et de la formation à température un peu élevée de produits d'hydratation de l'acide urique qui absorbent énergiquement le caméléon, de telle sorte que, selon la rapidité du refroidissement, un même volume de ces solutions décolore des quantités variables de permanganate de potasse.

» Ainsi, dans des expériences que résume le Tableau suivant, nous avons fait varier la durée du refroidissement d'une demi-heure à six jours, en plaçant les solutions successivement dans des étuves chauffées à des températures intermédiaires entre 100° et 10°, ou dans de l'eau glacée quand il s'agissait d'obtenir rapidement le refroidissement des liqueurs à + 10°. Ainsi 100^{gr} de solution urique filtrée décolorent une quantité de caméléon correspondant en acide urique à :

Durée totale du refroidissement.	mgr
½ heure	3,9
1 heure	4,3
2 heures	4,4
2 jours	5,15
6 jours	5,60

» Des résultats du même ordre ont été obtenus à des températures plus élevées.

» C'est ainsi qu'une solution refroidie de 100° à + 30°, dans un espace de temps de douze heures, a absorbé une proportion de caméléon correspondant à $11^{mgr},84$ d'acide urique et à $27^{mgr},80$ pour un refroidissement d'une durée de six jours.

» Au contraire, lorsqu'on opère sur des solutions d'acide urique faites par contact prolongé et avec agitation fréquente, à la température où l'on veut déterminer le coefficient de solubilité, les chiffres obtenus deviennent constants à condition toutefois de ne pas dépasser une certaine limite dans la durée du contact, surtout aux températures élevées, afin d'éviter la production des dérivés d'hydratation.

» 100gr de solution urique filtrée décolorent une quantité de caméléon correspondant en acide urique à :

Durée du contact avec agitation continue.	mgr
2 heures................	3,7
4 heures................	3,7
6 heures................	3,7
3 jours.................	3,65
4 jours.................	3,7
6 jours.................	3,8

» Nous avons observé, pour la température de + 10° du moins, que le maximum de solubilité était atteint par un contact de très courte durée : nous continuons cette étude pour d'autres températures.

» Le manuel opératoire suivi par nous consiste à faire barboter un rapide courant d'air saturé de vapeur d'eau à la température où l'on opère, à travers une série de flacons renfermant environ 250cc d'eau pour 1gr d'acide urique chimiquement pur et placés dans une étuve de Wiesnegg pour les températures supérieures à 60°, dans celle de d'Arsonval pour les températures inférieures.

» On fait une série de déterminations de quatre heures en quatre heures sur 100cc ou 200cc des solutions filtrées à la température de l'étuve et en employant une solution centi-normale de caméléon pour les basses températures, déci-normale pour les températures élevées.

» Comme la filtration des liquides tenant en suspension de l'acide urique se fait très mal dans les filtres ordinaires, même dans ceux dont le papier est à texture serrée, il est indispensable d'employer des filtres préparés à la poudre de papier, selon le procédé de M. Lecoq de Boisbaudran; on obtient ainsi des solutions uriques absolument limpides.

» Il est enfin indispensable de purifier soigneusement l'acide urique qui doit servir à ces déterminations, le produit du commerce renfermant toujours une certaine proportion de substances étrangères. »

CHIMIE. — *Sur le chlorhydrate de chlorure ferrique.* Note de M. Paul Sabatier, présentée par M. Berthelot.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, p. 1708), M. Engel annonce qu'il est parvenu à préparer un chlorhydrate de chlorure ferrique. « Ce corps,

» dit-il, a été entrevu par M. Sabatier (*Comptes rendus*, 1881), qui n'est » pas arrivé à l'isoler. »

» Je ferai remarquer que, dès 1881 (*Bulletin de la Société chimique*, 2e série, p. 197; 1881), j'ai obtenu le chlorhydrate de chlorure ferrique, et fixé sa composition.

» Je le préparais en saturant de gaz chlorhydrique les cristaux rouges de $Fe^2Cl^3, 5HO$, puis refroidissant la liqueur jaune verdâtre ainsi formée; ou bien, à la température ordinaire, en saturant de gaz chlorhydrique un mélange de perchlorure de fer anhydre et de cristaux rouges à 5 HO. Ce sont des lamelles translucides rectangulaires d'un brun jaunâtre, extrêmement déliquescentes. D'après les analyses que j'ai publiées, je leur ai assigné la formule (en équivalents)

$$Fe^2Cl^3, HCl, 4HO$$

(ou, en notations atomiques, $Fe^2Cl^6, 2HCl, 4H^2O$).

» C'est précisément la composition que vient de retrouver M. Engel, qui les prépare d'ailleurs par un procédé absolument identique à ma première méthode. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Étude sur les réactions des vanadates au point de vue de l'analyse chimique.* Note de M. **Ad. Carnot.**

« J'ai montré que l'acide vanadique forme avec la *baryte* un sel insoluble dans l'eau contenant du sel ammoniac et très peu d'ammoniaque libre et que, dans les mêmes conditions, les sels de *strontiane* ne donnent aucun précipité, caractères qui peuvent être mis à profit soit pour le dosage de l'acide vanadique, soit pour la séparation de la baryte et de la strontiane [1].

» *Chaux et magnésie.* — Les sels de chaux et ceux de magnésie se conduisent comme ceux de strontiane et ne fournissent aucun précipité dans des solutions étendues. On sait qu'il en est autrement avec les acides phosphorique et arsénique. En solutions concentrées et fortement ammoniacales, il se fait un dépôt partiel de vanadate, qui rend inexacte la séparation de ces acides au moyen des sels de magnésie et oblige à recommencer la précipitation du phosphate ou de l'arséniate.

(1) *Comptes rendus*, séance du 20 juin 1887.

» *Alumine.* — Lorsqu'on neutralise une solution acide contenant de l'acide vanadique et de l'alumine, celle-ci, en précipitant, entraîne de l'acide vanadique. On ne parvient pas à les séparer complètement en répétant l'opération, même un grand nombre de fois. On n'y réussit pas non plus en précipitant l'alumine à l'état de phosphate en liqueur faiblement acétique, ni en employant le sulfhydrate d'ammoniaque. La présence de traces de vanadium est toujours accusée par la coloration brunâtre que prend l'alumine au contact du sulfhydrate d'ammoniaque.

» *Chrome.* — Le sesquioxyde de chrome fixe également l'acide vanadique et peut même le retenir en totalité, s'il est en quantité suffisante, quand on le précipite soit par l'ammoniaque, soit par le sulfhydrate d'ammoniaque.

» *Uranium; dosage à l'état de vanadate d'urane.* — Les sels d'urane précipitent complètement l'acide vanadique, non seulement quand la liqueur est rendue ammoniacale, mais aussi en présence d'une faible quantité d'acide acétique libre, comme on sait qu'ils précipitent l'acide phosphorique et l'acide arsénique. Cette réaction peut être utilisée pour le dosage de l'acide vanadique.

» On neutralise presque entièrement par l'ammoniaque la solution supposée acide; on y ajoute quelques grammes d'acétate d'ammoniaque et une quantité suffisante d'azotate d'urane, puis on porte à l'ébullition. Il se fait un précipité jaune, de teinte analogue au sulfure d'arsenic.

» On s'assure que le réactif est en excès, en prenant avec la baguette de verre une goutte du liquide et la déposant sur une assiette en contact avec une goutte de ferrocyanure de potassium; celle-ci doit être colorée en brun par le sel uranique, s'il en reste dans la dissolution.

» Le précipité est reçu sur un filtre, lavé à l'eau pure, puis séché et séparé du papier, qu'on brûle à part. La composition du précipité desséché à 100° est

$$VaO^5, 2U^2O^3, AzH^4O + HO;$$

grillé à l'air, au rouge, il perd l'eau et l'ammoniaque contenues et prend une coloration jaune pâle.

» Il renferme alors 24,22 pour 100 d'acide vanadique, conformément à la formule

$$VaO^5, 2U^2O^3.$$

» Le dosage sous cette forme ne réussit pas seulement en présence des alcalis et des terres alcalines, mais aussi avec la plupart des oxydes

métalliques, dont les acétates résistent à l'ébullition. Il convient notamment pour isoler l'acide vanadique des oxydes de manganèse, de zinc et de cuivre qui l'accompagnent dans un certain nombre de vanadates naturels.

» Mais il faut observer que le sel d'urane ne peut servir à séparer l'acide vanadique ni des acides phosphorique et arsénique, qui se trouvent fréquemment dans les mêmes minerais, parce qu'ils sont entièrement précipités, ni de l'acide molybdique ou de l'acide tungstique, qui sont, du moins en partie, précipités par le même réactif.

» *Fer*. — L'acide vanadique est partiellement entraîné dans la précipitation du peroxyde de fer; mais il n'est pas aussi difficile de le séparer de cette base que de l'alumine ou du chrome. On y réussit au moyen de l'ammoniaque ou de l'acétate d'ammoniaque, ou encore du sulfhydrate d'ammoniaque, en répétant plusieurs fois l'opération.

» *Manganèse; dosage à l'état de vanadate de manganèse*. — Le protoxyde de manganèse forme avec l'acide vanadique un composé bien défini et insoluble, qui peut être utilement employé au dosage du vanadium.

» La solution vanadique est additionnée de sel ammoniac et d'ammoniaque en léger excès et portée à l'ébullition. On y verse alors du chlorure ou du sulfate de manganèse, mêlé de sel ammoniac, et l'on entretient l'ébullition pendant deux ou trois minutes. On retire du feu la fiole, qui doit répandre encore une faible odeur ammoniacale, on la plonge dans l'eau froide, on la bouche et l'on attend que la liqueur soit éclaircie, puis on procède à la filtration et au lavage avec de l'eau froide.

» Le précipité est d'un jaune brunâtre; c'est un vanadate bimétallique, ne renfermant pas d'ammoniaque. Il ne doit pas être mêlé de parties brunes, qui seraient dues à une peroxydation par l'air de la solution ammoniacale de manganèse. Par dessiccation, il passe au brun clair et, par calcination, au brun rougeâtre. Il renferme alors 56,25 pour 100 d'acide vanadique et répond à la formule

$$VaO^5, 2MnO.$$

» L'acide vanadique ne peut pas être séparé de cette façon de l'acide phosphorique ou de l'acide arsénique, car ces deux acides sont entièrement précipités dans des conditions semblables. On pourrait, dans certains cas, les doser par la même méthode.

» L'acide tungstique est, lui aussi, mais seulement en partie, précipité par ébullition avec le sel de manganèse.

» L'acide molybdique, au contraire, reste intégralement dans la disso-

lution ammoniacale, surtout si l'on ne prolonge pas trop longtemps l'ébullition. On peut ensuite l'y doser en précipitant le manganèse par le sulfhydrate d'ammoniaque, et ensuite le sulfure de molybdène par l'acide chlorhydrique.

» J'ai pu vérifier que la *séparation du vanadium et du molybdène* se fait ainsi avec une grande exactitude : j'ai pris 10^{cc} d'une solution de vanadate d'ammoniaque (contenant $0^{gr},077$ de VaO^5), et j'y ai ajouté $0^{gr},200$ d'acide molybdique, fournissant, par calcination directe dans l'hydrogène sulfuré, $0^{gr},187$ de MoS^2. En opérant comme je viens de le dire, j'ai trouvé, après séparation des deux substances, $0^{gr},137$ de $VaO^5,2MnO$, correspondant précisément à $0^{gr},077$ de VaO^5, et, d'autre part, $0^{gr},188$ de MoS^2.

» La précipitation de l'acide vanadique par un sel de manganèse fournit un moyen commode pour son extraction des solutions alcalines ou ammoniacales où il se trouve. Il suffit, en effet, de le précipiter, à chaud ou à froid, à l'état de vanadate de manganèse, puis de le calciner avec du soufre ou dans un courant lent d'hydrogène sulfuré, et de reprendre ensuite par de l'acide chlorhydrique étendu de 15 ou 20 fois son volume d'eau. Le sulfure de manganèse est facilement dissous, tandis que le sulfure de vanadium calciné reste complètement inattaqué. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'identité du dambose et de l'inosite.* Note de M. **Maquenne**, présentée par M. Friedel.

« Dans une série de recherches fort importantes sur la composition des sucs de différentes plantes à caoutchouc, M. Aimé Girard a signalé trois principes immédiats nouveaux : la *dambonite*, la *bornésite* et la *matézite*, qu'il a extraits des gommes du Gabon, de Bornéo et de Madagascar (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 820; t. LXXIII, p. 426, et t. LXXVII, p. 995).

» Ces corps se comportent comme les méthylines des *dambose, bornéodambose* et *matézodambose*, substances sucrées particulières, non réductrices, non fermentescibles, et que M. Girard a pu isoler en décomposant leurs dérivés méthyliques par l'acide iodhydrique : il se dégage alors de l'iodure de méthyle.

» Ayant eu occasion récemment d'étudier un échantillon remarquablement pur de dambonite, fourni par la maison Billault et préparé d'après

les indications de M. Girard avec le caoutchouc du Gabon, j'ai reconnu que le dambose est identique en tous points avec l'inosite dont j'ai donné précédemment la constitution (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 225).

» 10^{gr} de dambonite ont été chauffés vers 120°, au réfrigérant descendant, avec un excès d'acide iodhydrique bouillant à 127°; on a recueilli, dans l'espace d'une heure, 10^{gr}, 2 d'iodure de méthyle chimiquement pur, distillant en totalité à 43°, 8 et, en précipitant le résidu par l'alcool, 7^{gr} environ de dambose, facile à purifier par de simples lavages à l'alcool et à l'éther.

» Le dambose ne se combine pas à la phénylhydrazine; de même que l'inosite, il se dépose de ses dissolutions acétiques à l'état anhydre, et de ses dissolutions aqueuses en cristaux efflorescents à deux molécules d'eau.

» La forme cristalline du dambose hydraté est identique à celle de l'inosite : ces deux matières se présentent en prismes clinorhombiques dont les faces les plus visibles sont m, p, g^1 et a^1. Les cristaux sont très aplatis parallèlement à g^1 et offrent l'aspect de lames minces et larges.

» Le point de fusion et la solubilité du dambose sont les mêmes que ceux de l'inosite : 4^{cc} d'une dissolution saturée, à 23°, 6, mesurés avec la même pipette, ont pesé 4^{gr}, 185 pour l'inosite, 4^{gr}, 187 dans le cas du dambose.

» La limite d'éthérification par l'anhydride acétique est la même que pour l'inosite : pour le démontrer, on a chauffé séparément, à l'ébullition, 1^{gr} d'inosite et 1^{gr} de dambose, tous deux anhydres, avec 4^{cc} d'anhydride acétique et un fragment de chlorure de zinc fondu. Après trois minutes, la réaction était terminée dans les deux cas : par addition d'eau, on a alors précipité les acétines qui, après lavage et dessiccation, ont présenté sensiblement le même poids, très voisin du rendement théorique calculé dans l'hypothèse d'une hexacétine. Ce fait prouve déjà, sans qu'il soit besoin d'aucune analyse, que le dérivé acétique du dambose est une hexacétine, car tout éther moins acétylé donnerait nécessairement un rendement plus faible.

» En outre, l'acétine du dambose fond à la même température que l'hexacétine de l'inosite et renferme la même quantité de carbone acétique.

» Enfin le dambose donne la réaction de Scherer, et l'on a pu le transformer, par la même méthode qui a été décrite, au sujet de l'inosite (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 297), en tétraoxyquinone, immédiatement reconnaissable à son aspect spécial.

» Le Tableau suivant donne un résumé de tous nos essais comparatifs sur l'inosite et sur le dambose : les chiffres indiquant la solubilité à 23°, 6 représentent le poids de matière anhydre dissoute dans 100gr de dissolution.

» On désigne sous le nom de *rendement absolu* le poids d'hexacétine fourni par 100gr d'inosite ou de dambose anhydre, et enfin, sous le nom de *rendement relatif*, le rapport du rendement absolu au rendement théorique, qui est de 240 pour 100 :

		Inosite.	Dambose.
Eau d'hydratation		16,60 %	16,40 %
Point de fusion (n. c.)		218°	218°
Forme cristalline ([1])	$m : m$	89°	89°
	$m : g^1$	135°30′	135°30′
	$p : m$	105°	105°15′
	$a^1 : p$	109°57′	109°55′
Solubilité à 23°,6		12,4	12,3
Rendement en hexacétine.	absolu	229	228
	relatif	0,954	0,950
Fusion de l'hexacétine (n. c.)		211°	211°
Carbone acétique dans l'hexacétine		33,4 %	33,1 %

» Il ressort évidemment de cette comparaison que le dambose est rigoureusement identique à l'inosite des feuilles ou des muscles, et que la dambonite doit être considérée comme la diméthyline de l'inosite.

» Le nom de dambose, faisant ainsi double emploi, doit donc être rayé de la nomenclature chimique et remplacé par celui d'inosite, qui, outre sa priorité, présente l'avantage de mieux rappeler, par sa terminaison, les analogies que ce corps présente avec les alcools polyatomiques, tels que la mannite, la dulcite ou la quercite. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un hydrate de carbone contenu dans le gland du chêne.* Note de MM. **Camille Vincent** et **Delachanal**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons entrepris la préparation de la quercite, d'après le procédé indiqué par M. Prunier (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XV), que nous avons modifié en ce qui concerne le traitement des eaux mères.

([1]) Les chiffres relatifs à l'inosite sont empruntés au Mémoire de MM. Tanret et Villiers (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIII, p. 392).

» Les liqueurs sirupeuses refusant de cristalliser ont été débarrassées de la presque totalité des sels de potasse et de chaux qui y étaient concentrés, et qui s'opposaient à la cristallisation de la quercite, en employant l'acide sulfurique et l'alcool.

» Nous avons, à cet effet, dosé la potasse et la chaux contenues dans les liqueurs à l'état de sels organiques, et nous avons calculé la quantité d'acide sulfurique nécessaire pour transformer ces bases en sulfates.

» Les eaux-mères étendues d'eau, additionnées de la proportion convenable d'acide sulfurique faible, ont été concentrées dans le vide au bain-marie, jusqu'à formation d'un abondant dépôt salin. On a alors ajouté de l'alcool de façon à doubler le volume du liquide, ce qui a déterminé la précipitation de la presque totalité des sulfates de potasse et de chaux, qu'on a séparés par filtration.

» Enfin, la liqueur a été concentrée dans le vide jusqu'à consistance sirupeuse; elle a donné une abondante cristallisation de quercite qu'on a purifiée par cristallisations répétées dans l'eau alcoolisée.

» Nous avons observé que les dernières cristallisations par évaporation lente à basse température fournissaient une petite quantité de cristaux de forme différente de ceux de la quercite, et qui s'effleurissaient rapidement à l'air ou dans le vide. Nous avons séparé ces cristaux effleuris et opaques, pour les purifier par cristallisations successives.

» Nous avons reconnu que nous avions une matière organique nouvelle.

» *Propriétés physiques.* — Cristallisée dans l'eau par évaporation à basse température, elle se présente en prismes hexagonaux volumineux, transparents, hydratés, s'effleurissant très rapidement à l'air en devenant opaques.

» Conservés dans un tube fermé, à une température d'environ 30°, ces cristaux restent vitreux, mais ils abandonnent néanmoins leur eau qui mouille le tube. Si on les examine alors au microscope, on voit qu'ils sont formés d'un grand nombre de petits prismes clinorhombiques, qui sont anhydres; il y a donc eu pseudomorphisme.

» Les cristaux effleuris à l'air présentent le même aspect au microscope.

» Les cristaux hydratés, ou les cristaux anhydres, dissous dans l'eau chaude, laissent toujours déposer des cristaux anhydres clinorhombiques et brillants. Les cristaux hydratés ne se forment qu'à basse température.

» Anhydre, la matière fond à la haute température de 340° (non corrigée), sans altération; mais elle brunit rapidement si l'on élève davantage la température, puis elle se boursoufle en dégageant des gaz et une odeur de sucre brûlé, enfin le résidu s'incinère.

» Ce produit est peu soluble dans l'eau : 100 parties d'eau à 15° en dissolvent 1,51. La solubilité est beaucoup plus forte à chaud. Il est insoluble dans l'alcool bouillant.

» Examinée au polarimètre, sous $0^m,40$ d'épaisseur, une solution saturée de la matière s'est montrée dépourvue de pouvoir rotatoire. La matière est donc inactive.

» *Composition. — Propriétés chimiques.* — A l'analyse, la matière anhydre a donné les résultats suivants :

	Calculé pour un hydrate de carbone. Pour 100.	Trouvé pour 100.
C	6,66	6,80
H	40,00	39,40
O	53,34	53,80

» Pour déterminer la nature de cet hydrate de carbone, nous l'avons traité par l'anhydride acétique au bain d'huile à 130° pendant trois heures. Par refroidissement, il s'est déposé de longs prismes rhombiques, qui ont été lavés à l'éther, puis cristallisés dans l'alcool bouillant.

» Ces cristaux, insolubles dans l'eau et dans l'éther, fondent à 301° (temp. corr.) et se volatilisent facilement, pour se condenser en houppes déliées.

» Traité en tube scellé à 100° par une solution alcoolique de potasse, ce produit se dissout d'abord complètement, puis se saponifie en régénérant le produit primitif, susceptible de reproduire le même dérivé acétylé, ainsi que nous l'avons obtenu.

» Nous avons trouvé que 100 parties de ce dérivé acétylé produisaient 83 parties d'acide acétique. Cette proportion s'accorde avec la composition $C^6H^6(C^2H^3O^2)^6$ qui donnerait 83,3 pour 100 d'acide acétique.

» On est conduit ainsi à la composition $C^6H^6(OH)^6$ pour le produit primitif, qui est celle d'un alcool hexatomique.

» Ce produit ne fermente pas sous l'influence de la levure de bière. Il ne réduit pas la liqueur de Fehling, même après ébullition préalable avec un acide faible. Il ne se colore pas par la soude étendue et bouillante.

» Le nitrate d'argent ammoniacal additionné de soude est réduit par le produit. La phénylhydrazine en dissolution acétique chaude ne donne point de combinaison.

» Évaporé sur une lame de platine avec de l'acide azotique, puis le résidu traité par du chlorure de calcium ammoniacal et évaporé de

nouveau à sec, le produit donne une coloration rose, comme le ferait l'inosite. C'est donc à tort que l'on considère cette réaction comme caractéristique de l'inosite.

» En résumé, la matière que nous avons rencontrée, à laquelle nous proposons de donner le nom de *quercine*, est un alcool hexatomique, se rapprochant beaucoup de l'inosite, avec laquelle elle est isomérique, mais dont elle diffère essentiellement, notamment par :

» 1° La cristallisation;

» 2° Le point de fusion 342, au lieu de 217 pour l'inosite;

» 3° Par le point de fusion de son dérivé hexacétylé, qui est de 301 (corrigé), au lieu de 212 pour le dérivé correspondant de l'inosite;

» 4° Par la solubilité dans l'eau, l'inosite se dissolvant dans dix fois son poids à 10°, tandis que cette matière en exige soixante-six fois son poids à 15°.

» La faible quantité de matière dont nous avons pu disposer ne nous a pas permis d'approfondir davantage l'étude de ce composé, que nous espérons reprendre plus tard. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mononitroacénaphtène.* Note de M. E. Jandrier, présentée par M. Berthelot.

« Ce corps se forme lorsqu'on ajoute goutte à goutte de l'acide nitrique de 1,34 de densité à une solution saturée chaude d'acénaphtène dans l'acide acétique glacial; on peut aisément le purifier par cristallisation dans l'alcool, l'éther ou l'acide acétique; très soluble à chaud dans ces dissolvants, il se dépose par refroidissement en houppes soyeuses blanches fusibles à 155°. Sublimé à basse température, il fournit des aiguilles jaune clair.

» Facilement réduit à chaud, surtout en liqueur alcoolique, par le zinc et l'acide chlorhydrique ou par le fer et l'acide acétique, il donne un dérivé amidé se colorant en bleu violet par une oxydation ménagée et en vert avec formation d'un précipité de même couleur lorsqu'on le traite par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique ou par l'hypochlorite de chaux.

» Le dérivé diazoïque de cet amidoacénaphtène fournit avec le phénol une matière colorante jaune, avec le β-naphtol ou ses acides disulfonés des écarlates et des ponceaux. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence d'un double horizon de schistes carburés dans le silurien des Pyrénées centrales.* Note de M. J. Caralp, présentée par M. Hébert.

« Dans son important travail sur les Pyrénées de la Haute-Garonne, Leymerie reconnaît, au-dessus des gneiss et micaschistes fondamentaux, la présence de deux horizons géologiques distincts : à la base, des schistes rubanés siliceux ou pétrosiliceux, jusqu'ici azoïques; à la partie supérieure, des schistes carburés avec bancs calcaires, renfermant quelques fossiles caractéristiques.

» Que représente cette double zone?

» Les schistes carburés et les calcaires qui leur sont subordonnés n'ayant guère donné d'autres fossiles que ceux de la faune troisième de Bohême (*Cardiola interrupta, Orthoceras bohemicum*, etc.), Leymerie les rattachait, à juste titre, au silurien supérieur; par suite, les schistes pétrosiliceux sous-jacents, séparés nettement des premiers par leur composition, leur faciès et aussi une faible discordance de stratification, semblaient naturellement désignés pour tenir la place du silurien inférieur ou cambrien. Telle était la manière de voir du grand géologue pyrénéen; tel est le principe d'après lequel il a classé les dépôts les plus anciens de la Haute-Garonne.

» Or des études poursuivies pendant plusieurs années dans les hauts massifs des Pyrénées centrales m'ont donné la conviction qu'il existe dans le silurien de la chaîne, d'une manière à peu près constante, non une zone unique de schistes carburés, mais deux zones séparées par un puissant système de dalles argilo-calcaires et de schistes ardoisiers.

» Ce système schisto-calcaire ne fait pas défaut dans la Haute-Garonne; il n'avait pas, d'ailleurs, échappé à Leymerie, ainsi que l'attestent la plupart de ses coupes et particulièrement celle de la Maladetta à Montrejeau, le long de la Pique; celle aussi du val d'Aran, par Saint-Béat : c'est à cette zone, notamment, qu'appartiennent les schistes ardoisiers des Arguts et du bas Larboust, les dalles de la Cigalère, de Guran, de Cier-de-Luchon, exploitées en divers lieux comme matériaux de construction. Mais, se laissant tromper par un certain éclat satiné, fréquent dans le dévonien des Pyrénées, Leymerie place à la base de ce terrain ces diverses masses minérales qu'il désigne sous le nom de *dalles lustrées;* c'est ainsi que, dans sa

coupe de la vallée de la Pique, il représente les dalles de Guran comme étant pincées dans un pli synclinal, formé, au nord, par les schistes carburés de Bachos, au sud, par ceux de Lège, schistes qui, pour lui, seraient en continuité dans la profondeur et appartiendraient, par suite, au même horizon. D'après ce géologue, la succession, en allant du haut vers le bas, serait donc la suivante :

3° Dalles lustrées de Guran..............	Dévonien inférieur.
2° Schistes carburés de Bachos et de Lège.	Silurien supérieur.
1° Schistes satinés et pétrosiliceux........	Silurien inférieur ou cambrien.

» Mais le plissement invoqué pour établir cette succession est loin d'être justifié par l'allure même des couches : toutes, en effet, plongent vers le nord en parfaite concordance, sans affecter aucune disposition symétrique; d'ailleurs, les schistes de Lège et ceux de Bachos, quoique ayant la même livrée noirâtre, diffèrent entre eux par leurs caractères lithologiques et, comme nous le verrons, par leur faune ; il s'ensuit que les dalles de Guran qui, stratigraphiquement, sont intermédiaires à ces deux ordres de schistes, le sont aussi au point de vue chronologique. Ce résultat, dont j'ai vérifié la généralité par l'étude comparative des autres vallées pyrénéennes, modifie la succession ainsi qu'il suit :

4° Schistes carburés de Bachos (zone carburée supérieure);
3° Dalles lustrées de Guran ;
2° Schistes carburés de Liège (zone carburée inférieure);
1° Schistes satinés siliceux et pétrosiliceux.

» La zone carburée supérieure, surtout anthraciteuse, est sur le prolongement des couches de Marignac et relève comme elles du silurien supérieur : à cette zone appartiennent les graptolites que j'ai découverts à Bachus même, en octobre 1884 [1], ceux aussi découverts dernièrement par M. Gourdon, au-dessus de Cier. La zone des dalles lustrées n'a guère donné que des encrines, et, vers son toit, l'*Echinosphærites balticus*. Quant à la zone carburée inférieure, surtout chargée de graphite, elle m'a fourni dans le Haut-Salat les graptolites dendroïdes de l'*arenig* anglais.

» La même succession existe dans la haute Ariège, où Seignette l'avait entrevue sans en tirer de conséquences; mais c'est surtout dans le Haut-

---

[1] CARALP, *Recherches sur la structure de la vallée d'Aran et des pays adjacents* (*Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, 2 février 1871).

Salat, et plus spécialement dans la partie du Saint-Gironnais confinant à la Haute-Garonne, qu'elle se présente avec le plus de netteté.

» Voici la série que m'a donnée une coupe levée entre Sentein et le Bocard d'Eylie, série qui complète, en la modifiant un peu, la succession que j'avais indiquée dans un travail antérieur ([1]).

Zone carburée supérieure.	Schistes à *Retiolites geinitzianus, Monograptus Nilsoni, M. Priodon* Calcaire à *Cardiola interrupta* et *Orthoceras bohemicum*......... Schistes à *Diplograptus palmeus* et *Monograptus priodon*..........	Silurien supérieur.
Zone schisto-calcaire.	Schistes argileux à *Echinosphærites balticus* et grès à Orthis. (Horizon du calcaire de Bala et du grès de May.) Dalles argilo-calcaires et schistes ardoisiers. (Horizon des schistes d'Angers.) Calcaire argileux, parfois cristallin et métallifère. (Horizon du grès armoricain.)	
Zone carburée inférieure.	Schistes carburés et grauwackes à graptolites dendroïdes de la vallée d'Orle. (Horizon de l'*arenig* anglais.)	

» Ces trois zones, qui correspondent au silurien anglais (faune troisième et faune deuxième), se retrouvent presque constamment dans toute l'étendue des Pyrénées centrales. Nous étudierons plus tard ce qui représente le terrain cambrien et le terrain archéen. »

GÉOLOGIE. — *Le terrain carbonifère dans les Vosges septentrionales.* Note de M. Ch. Vélain, présentée par M. Hébert.

« Au pied du Donon, dans la partie septentrionale des Hautes-Vosges, sur les deux versants de la vallée de la Bruche, s'étendent de puissants massifs calcaires, le plus souvent marmoréens et exploités comme tels dans les vallons latéraux qui, de part et d'autre, se rendent à la vallée principale. Ce sont d'abord, sur le flanc droit, ceux de Schirmeck, de Wackenbach, de Framont et de la Crache, puis, sur le versant opposé, celui de

([1]) Caralp, *Terrains cristallins et paléozoïques du Haut-Salat* (*Journal d'Histoire naturelle, à Bordeaux*, mai 1885).

Russ; enfin, plus au sud, celui, moins important, de Rothau. La présence de débris nombreux de Crinoïdes et de Polypiers appartenant aux genres *Favosites*, *Cyathophyllum*, etc., et surtout leur état fréquemment amygdalin, avait motivé leur rattachement au dévonien et leur attribution, sans motif valable, aux griottes des Pyrénées.

» Dans les explorations faites pour l'établissement d'une Carte géologique de la région des Vosges au millionième, j'ai eu occasion de rencontrer aux environs de Schirmeck, à la base de ces calcaires, un gisement de fossiles bien déterminé qui permet maintenant de les rattacher au carbonifère. Près de la gare, une grande tranchée, qui entame le massif calcaire dans toute son étendue, montre ses assises fortement redressées plongeant régulièrement vers le nord-est, sous inclinaison de 30°. Elles consistent principalement, en ce point, en deux massifs de brèches calcaires, à grandes parties, épais de 25^m à 30^m, et séparés par une bande de schistes violets oligistifères, très contournés. A la base de la première de ces brèches, on observe, compris entre un conglomérat calcaire et de minces lits schisteux avec grès intercalés, un banc de calcaire à Crinoïdes, limité à $1^m,50$ d'épaisseur où se trouvent réunis, en grand nombre, avec des débris d'articles et de calices d'Encrines, des Brachiopodes et des Gastéropodes, le plus souvent déformés ou brisés. La faune de ce gisement, établie sur des espèces bien conservées et déterminées par M. Œhlert, se rapporte exactement à l'horizon le plus élevé du carbonifère marin de Belgique, soit à celui de Visé. Elle comprend : *Productus cora; Spirifer* (*Martinia*) *lineatus* Mart.; *Spirif. bisulcatus* Sow.; *Sp. cheiropterix* d'Arch. et de Verneuil; *Dielasma hastata* Sow.; *Schizophoria resupinata* Mart.; *Rynchonella cuboïdes* Sow.; *Acrocylia Œhlerti* Kent.; *Turbonellina lepida* Kent.; *Naticopsis elegans ?* Kent.

» Aux grands massifs de brèches calcaires succède une nouvelle série de schistes violets, suivis de quartzites verdâtres avec cordons de galets siliceux intercalés. Au-dessus repose un troisième banc de brèche calcaire, cette fois à éléments fins et peu épaisse ($2^m,50$), dans laquelle on retrouve, avec des Polypiers, des débris de Crinoïdes.

» Après une courte interruption, une seconde tranchée, située sous le signal d'Herbasch, montre, succédant normalement aux assises précédentes, une puissante formation arénacée représentée par des grès quartzeux, bien stratifiés, disposés en bancs épais de 1^m à 2^m, séparés par de minces veines schisteuses. A ces grès francs, sans fossiles, chargés de galets à leur partie supérieure, succèdent des arkoses granulitiques entremêlées de lits irréguliers de schistes violets, qui ne forment dans cette zone qu'un

accident, car les grès normaux reparaissent au-dessus avec prédominance cette fois des couches schisteuses intercalées. Au delà, en se dirigeant vers Hersbach, ce faciès schisteux devient prédominant et jusqu'à Lutzelhausen on se trouve en présence d'une longue série de schistes noirs et de grauwackes gréseuses dans lesquelles on a signalé depuis longtemps, au voisinage de cette dernière localité, des empreintes végétales (*Lepidodendron* et *Sphenopteris*) se rapportant à la flore du culm. Il est vraisemblable d'admettre que toutes les formations détritiques, grès et conglomérats avec schistes intercalés, qui succèdent immédiatement aux grands massifs de brèches calcaires, doivent être rattachées à cette série schisteuse. A défaut d'empreintes végétales on peut signaler ce fait que l'analogie pétrographique de ce grès, avec ceux qui dans les environs de Burbach renferment la flore du culm, est complète, et ce caractère est surtout bien accusé dans les affleurements de ces mêmes couches gréseuses situées au-dessus de la tranchée d'Herbasch, dans le haut du ravin de Tomesbach.

» Le massif calcaire, qui revêt, aux environs de Schirmeck, un caractère bréchoïde, se montre ainsi compris entre un horizon marin se rapportant à celui de Visé et de puissantes assises de grès et de schistes qui se rattachent au culm, soit aux dépôts côtiers et terrestres qui viennent se placer au sommet du carbonifère inférieur. Sur le versant opposé de la vallée de la Bruche, au sommet de la montagne qui domine Russ, deux exploitations pour marbre, maintenant abandonnées, entament ces mêmes calcaires, qui offrent alors ce fait intéressant d'être construits par des Stromatopores. Toutes les particularités signalées par M. Dupont dans les récifs dévoniens des Ardennes ([1]) s'observent en ce point, soit, au centre du massif, des amas récif ormes de stromatoporoïdes, présentant leurs intervalles comblés par un calcaire bleu à Crinoïdes et revêtus de parties bréchoïdes où s'observent, en grand nombre, des débris de Polypiers (*Favosites*, *Alveolites*, *Amplexus*) et des Encrines.

» Ces observations tirent leur principal intérêt de ce fait qu'on peut les rapprocher de l'existence, déjà signalée par M. Bleicher, de fossiles marins se rapportant à l'horizon de Visé, dans les Vosges méridionales, aux environs de Burbach. Cette faune marine, qui comprend maintenant, avec les *Productus cora* et *semireticulatus* caractéristiques, plus de soixante espèces, dont vingt-quatre appartiennent aux Lamellibranches, se trouve comprise dans une série de schistes noirs, de grauwakes entremêlées de poudingues

---

([1]) *Bulletin de l'Académie de Belgique*, 3e série, t. II.

et surtout de tufs porphyritiques prédominant à sa base, limitée d'une part par des coulées de porphyrite à labrador, de l'autre par des schistes contenant les empreintes végétales du culm. Il demeure donc acquis qu'à l'époque carbonifère toute la lisière orientale du massif des Ballons était baignée par un golfe pénétrant au nord, dans une dépression, dont l'emplacement est aujourd'hui marqué par la vallée de la Bruche, qui sépare les Hautes-Chaumes des Basses-Vosges. Ce golfe, après avoir côtoyé de même la bordure orientale du Morvan et celle du Plateau central, devait venir se relier avec la mer, largement ouverte, qui occupait alors les régions méditerranéennes.

» Mais, quoi qu'il en soit de ces faits, qui indiquent une extension du carbonifère marin dans la partie septentrionale des Vosges, la prédominance revient toujours dans cette région aux formations continentales, et je puis dire aussi aux formations éruptives, qui prennent une large part à la constitution de ce terrain. Aussi, aux deux divisions admises par M. Bleicher, dans le carbonifère vosgien, la première caractérisée par des dépôts marins avec faune de Visé, la seconde par des dépôts essentiellement terrestres, j'estime qu'il convient d'en ajouter une troisième, caractérisée par l'importance qu'y prennent au début les phénomènes éruptifs sous la forme des microgranulites et surtout des porphyrites. Partout, en effet, dans la région des Vosges, la série carbonifère débute, avec une constante uniformité, par une série puissante de dépôts intimement liés à des émissions de porphyrites qui se montrent escortées de puissantes formations de tufs et de brèche. Il en est ainsi aux environs de Schirmeck, où le soubassement des gîtes calcaires, distribués toujours en amas au milieu de schistes et de grès, est formé par une série puissante de schistes silicifiés et devenus pétrosiliceux sous l'influence d'injections multipliées de porphyrites andésitiques. Il en est de même dans les régions de Thann et de Burbach, où la base carbonifère est marquée par de puissantes coulées de pareilles roches, escortées de brèches et de tufs.

» Le grand massif de granite à amphibole, qui constitue les ballons de Serrance et d'Alsace, est presque tout entier enveloppé par des roches de cette nature, accompagnées cette fois de nombreux filons de microgranulite, qui se montrent disposés suivant le plan de stratification des schistes encaissants, profondément modifiés, et c'est sur de pareilles roches que reposent à Plancher-les-Mines des schistes où la présence du *Productus cora* est connue depuis fort longtemps.

» A cette date, les Vosges, si sujettes aux éruptions, ont été le théâtre

d'une grande activité éruptive qu'on peut presque qualifier de volcanique, étant donnée l'importance que prennent les roches projetées et maintenant consolidées sous la forme de tufs et de brèches. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence du travail musculaire sur les échanges respiratoires.* Note de MM. **M. Hanriot** et **Ch. Richet**, présentée par M. A. Richet.

« De toutes les conditions qui modifient les échanges respiratoires, la plus efficace, sans contredit, est le travail musculaire. Les admirables expériences de Lavoisier, confirmées par tous les physiologistes qui lui ont succédé, établissaient déjà le fait en pleine évidence. Nous avons repris ces études à deux points de vue, moins souvent traités, d'abord pour examiner les variations des proportions centésimales des gaz expirés, ensuite, pour connaître la relation qui existe entre les actions chimiques intramusculaires et le travail extérieur produit. Dans cette première Note, nous examinerons seulement les variations corrélatives des volumes d'air qui circulent dans les poumons et de leur composition centésimale.

» Nos expériences ont été faites sur le même individu. C'est un homme de quarante-huit ans, pesant 50^{kg} et soumis à un régime alimentaire régulier. Les gaz expirés étaient analysés d'après la méthode que nous avons indiquée précédemment (¹).

» Le fait qui se dégage tout d'abord de ces expériences, c'est que la ventilation pulmonaire se proportionne au travail produit. Le moindre mouvement suffit pour modifier les volumes d'air qui passent par les poumons. Si l'on enregistre, minute par minute, le taux de la ventilation pulmonaire, on reconnaît aussitôt, dans la minute pendant laquelle l'individu s'est levé, ou même simplement a levé un bras, une augmentation appréciable.

» La ventilation croît avec le travail, et en raison même de l'intensité du travail. Dans l'expérience qui suit, nous avons fait tourner une roue et nous avons enregistré la ventilation pendant cette minute et les minutes suivantes. Le nombre de tours de roue indique donc le travail effectué. La ventilation normale était par minute de $10^{lit},7$ d'air.

(¹) *Comptes rendus*, 14 février et 9 mai 1887.

Nombre de tours de roue.	Ventilation en litres d'air par minute. 1re min.	2e min.	3e min.	4e min.	5e min
2	11,4	11,4	»	»	»
4	12,3	12,3	10,0	»	»
8	13,1	11,4	10,8	11,3	»
16	14,1	12	12,4	11,4	»
32	17,8	17,7	14,7	12,1	11,7
32	18,6	18,3	14,1	13,1	11,9

» En calculant l'excédent de ces ventilations sur la ventilation normale, et en le rapportant aux nombres de tours de roue effectués, nous trouvons une proportionnalité rigoureuse, puisque, pour chaque tour de roue, on a, comme excédent total de la ventilation sur la ventilation normale, les chiffres respectifs suivants, aussi satisfaisants qu'on peut l'espérer en une expérience de cette nature :

$0^{lit},70$ $0^{lit},65$, $0^{lit},44$, $0^{lit},47$, $0^{lit},62$, $0^{lit},60$.

» On comprend que, dans ces conditions, puisque l'excédent de la ventilation est proportionnel au travail, la teneur de l'air expiré en oxygène et en acide carbonique ne doit guère se modifier, pour les différents volumes d'air expiré. C'est, en effet, ce qui a eu lieu dans le cours de cette expérience. Les proportions centésimales de l'acide carbonique dans l'air expiré ont été successivement

2,9, 2,9, 3,3, 3,2, 3,1, 3,3, 3,2,

ce qui correspond presque à la fixité du rapport, avec une légère tendance à l'augmentation par le fait du travail.

» Précisons les conditions suivant lesquelles ces proportions de l'acide carbonique se modifient. Si le travail est modéré et faible, les proportions centésimales restent les mêmes, et parfois tendent à diminuer. Au contraire, elles s'élèvent quand le travail est fort. Autrement dit, avec un travail faible, on ventile plus qu'il n'est nécessaire, tandis qu'avec un travail fort on ne ventile pas suffisamment.

» L'expérience suivante le prouve :

Repos	3,6	»	»	»	»	»
Travail modéré	3,1	3,2	3,3	3,0	3,2	Total : 3,1
» plus fort	3,6	3,0	3,9	3,6	3,8	» 3,8

» Les proportions centésimales de l'oxygène contenu dans l'air expiré doivent, pour être comparables à celles de l'acide carbonique produit, être exprimées sous la forme de quantités d'oxygène absorbé dans 100^{vol} d'air. On trouve alors que les variations centésimales de l'oxygène absorbé dans le travail musculaire suivent une marche un peu différente des variations de l'acide carbonique excrété. Les proportions centésimales d'oxygène absorbé augmentent avec le travail, mais bien moins que l'acide carbonique, de sorte que, avec un travail modéré, elles diminuent notablement, et qu'il faut un travail fort pour les faire croître.

» Voici quelques chiffres à l'appui de cette proposition :

	Proportions centésimales		
	de CO^2.	de l'oxygène absorbé.	Rapport de CO^2 à O^2.
Expérience I.			
Repos	3,5	4,4	0,70
Travail fort	4,6	5,7	0,79
Repos	4,2	4,4	0,95
Travail plus fort	4,7	5,3	0,88
»	5,2	4,7	1,10
Repos	3,9	4,3	0,91
Expérience II.			
Repos	3,7	5,3	0,70
Travail modéré	3,5	4,6	0,76
» fort	4,3	4,6	0,93
» »	4,0	3,9	1,02
» »	4,3	3,8	1,13
Repos	4,2	5,4	0,77
Expérience III.			
Repos	3,5	3,9	0,86
Travail	4,4	5,7	0,89
Repos	3,7	3,1	1,19
Expérience IV.			
Repos	3,0	4,3	0,70
Travail modéré	3,2	3,8	0,84
Repos	3,3	3,9	0,85

	Proportions centésimales de CO^2.	Proportions centésimales de l'oxygène absorbé.	Rapport de CO^2 à O^2.
Expérience V.			
Repos	3,4	4,2	0,81
Travail modéré	3,4	3,6	0,94
Repos	3,2	3,5	0,91
Travail fort	3,9	4,0	0,98
Repos	3,6	3,7	0,98
Expérience VI.			
Repos	3,2	3,6	0,88
Travail	4,0	4,6	0,87
Repos	3,8	4,0	0,95

» Ainsi, dans le travail musculaire, chimiquement caractérisé par une augmentation des quantités absolues d'oxygène absorbé et d'acide carbonique produit, l'acide carbonique produit croît beaucoup plus vite que l'oxygène absorbé, conclusion qui confirme les expériences que M. Chauveau a récemment entreprises en analysant comparativement les gaz du sang artériel et du sang veineux musculaire ([1]).

» Quant à la ventilation pulmonaire, elle se règle par les quantités d'acide carbonique à éliminer, mais surtout d'oxygène à absorber, de sorte que, quoique les proportions centésimales s'élèvent toutes deux par le fait du travail, c'est celle de l'acide carbonique qui s'est accrue le plus.

» De ces faits résultent les propositions suivantes :

» 1° La ventilation pulmonaire se proportionne au travail musculaire;

» 2° Dans le travail modéré, la ventilation est plus que suffisante pour l'excrétion de l'acide carbonique produit et surtout pour l'absorption de l'oxygène nécessaire;

» 3° Dans le travail fort, les proportions centésimales d'acide carbonique et d'oxygène s'élèvent un peu, et cela d'autant plus que le travail est plus fort; mais c'est surtout la proportion de l'acide carbonique qui s'accroît;

» 4° Par le fait du mouvement musculaire, l'acide carbonique produit croît plus que l'oxygène absorbé, et le rapport de l'un à l'autre gaz tend

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CIII, 22 et 29 novembre et 13 décembre 1886.

même à dépasser l'unité, alors qu'à l'état normal il est de 0,75 environ (¹). »

PHYSIOLOGIE. — *Action du chlorure d'éthylène sur la cornée.* Note de MM. R. Dubois et L. Roux, présentée par M. A. Chauveau.

« M. le professeur Bouchard a récemment fait connaître les modifications singulières qui surviennent dans le cristallin à la suite de l'administration prolongée de la naphtaline. Sous l'influence de ce carbure d'hydrogène, le cristallin perd sa transparence chez le lapin, comme cela a lieu chez la grenouille par l'action du chlorure de sodium. Mais un fait qui nous paraît être sans précédents, c'est l'opacification expérimentale des deux cornées, à l'exclusion des autres milieux de l'œil, sous l'influence d'un agent administré par les voies respiratoires.

» En poursuivant nos recherches sur l'action physiologique comparée des composés chlorés de l'éthane, nous avons été conduits à faire inhaler à des chiens des vapeurs de chlorure d'éthylène.

» Nous décrirons ultérieurement les particularités qui distinguent cet agent anesthésique et nous indiquons ici seulement ce qui est relatif aux modifications qu'il fait éprouver aux milieux réfringents de l'œil.

» La durée des inhalations n'a pas dépassé une heure et demie. Pendant ce laps de temps, on ne voit se produire du côté de l'œil aucun phénomène particulier, si ce n'est une diminution considérable de la pression intraoculaire et un astigmatisme irrégulier signalé par l'un de nous dans l'anesthésie chloroformique prolongée (²). Dans l'anesthésie par le chlorure d'éthylène, ces modifications sont seulement beaucoup plus accusées.

» Les cornées restent transparentes tant que dure l'inhalation et, après celle-ci, tant que l'animal rejette par les voies respiratoires l'anesthésique dont il a été imprégné. Mais, au bout de seize à dix-huit heures, peut-être plus tôt, les deux cornées perdent leur transparence, prennent une teinte bleuâtre opalescente et donnent à la physionomie de l'animal une expression étrange. Chez les deux animaux mis en expérience, c'est pendant la nuit que ce singulier accident s'est produit. La disposition de

(¹) Nous avons fait construire un appareil qui donne l'inscription directe et différencielle de ces phénomènes. Nous espérons pouvoir prochainement communiquer à l'Académie quelques-unes des courbes graphiques obtenues ainsi.

(²) R. Dubois, *Bulletin de la Société de Biologie*; 1884.

l'inhalateur ne permettait aucun contact direct de l'œil avec les vapeurs anesthésiques. Le réveil s'était produit sans troubles particuliers et rien n'a révélé, ni à ce moment, ni ultérieurement, l'existence de lésions nerveuses appréciables.

» L'un des animaux a été sacrifié, l'autre a été gardé en observation depuis quinze jours. Tous deux ont présenté les mêmes symptômes.

» Chez celui qui a été conservé, la tension du globe de l'œil est encore exagérée, mais moins que dans les premiers jours. L'augmentation de tension intra-oculaire a atteint son maximum au moment de la production de l'opacité cornéenne.

» La courbure de la cornée est manifestement exagérée, principalement suivant le méridien vertical, d'où il résulte un astigmatisme régulier, facilement appréciable avec le disque de Placido. Au moment où nous avons constaté l'opacité cornéenne, il n'y avait plus trace d'astigmatisme irrégulier; la surface de la cornée avait conservé son aspect poli, bien que l'examen à la loupe permît de constater de très petites et très nombreuses dépressions sur toute son étendue.

» L'aspect général est celui d'un staphylome antérieur total, opaque et symétrique des deux yeux.

» La vision est conservée, mais elle est un peu troublée par l'opalescence cornéenne. A l'ophtalmoscope, avec un fort éclairage, on peut constater que le cristallin a gardé sa transparence, mais on ne peut distinguer les détails du fond de l'œil. Le réflexe oculo-pupillaire est conservé, ainsi que le réflexe oculo-palpébral. La sensibilité de la cornée et celle de la rétine n'ont jamais paru altérées après le réveil de l'animal. Depuis deux jours l'état de la cornée s'est amélioré. L'opacité était primitivement uniforme, mais actuellement on distingue à l'éclairage direct et avec l'ophtalmoscope, surtout à l'aide d'une loupe, de nombreuses arborisations blanchâtres, limitant des espaces plus clairs et dont la direction générale est rayonnante de la périphérie vers le centre.

» Les expériences de M. le professeur Ranvier [1] sur les cornées d'animaux sacrifiés ayant démontré que, sous l'influence d'une augmentation de pression, la cornée peut perdre sa transparence, il n'est pas impossible que les variations de la tension intra-oculaire que nous avons signalées soient la cause de la perte de transparence produite expérimentalement *chez l'animal vivant*.

---

[1] Voir *Leçons d'Anatomie générale faites au Collège de France;* Paris, 1881.

» Nous avions pensé qu'il serait possible de rétablir la transparence en soumettant de nouveau l'un de nos sujets à l'action du chlorure d'éthylène, mais notre tentative a échoué. La diminution de tension intra-oculaire seule s'est montrée.

» On est en droit de se demander s'il ne s'agit pas plutôt ici d'une déshydratation de la cornée plus prononcée pour certains éléments constituants de cette membrane, l'un de nous ayant démontré l'action déshydratante puissante exercée par les vapeurs anesthésiques sur les tissus animaux et végétaux (¹). Ce qui ferait pencher vers cette manière de voir, c'est la perte de poids remarquable subie par les animaux en expérience, que l'on ne peut expliquer ni par une exagération des phénomènes de désassimilation, ni par le refus d'aliments.

» Quoi qu'il en soit, ces observations sont intéressantes à divers points de vue. Elles viennent enrichir la liste de ces accidents si mal connus, qui éclatent au moment où l'économie se débarrasse d'un poison et qui diffèrent totalement de ceux qui sont produits par la pénétration de ce poison.

» D'autre part, ces expériences permettront peut-être de pénétrer plus profondément encore dans la connaissance de l'anatomie et de la physiologie de la cornée et d'arriver à une interprétation plus rationnelle de certaines affections pathologiques.

» Dans tous les cas, elles montrent l'importance et la nécessité de l'expérimentation préalable sur des animaux, quand il s'agit d'agents thérapeutiques que l'on soupçonne pouvoir être appliqués utilement à l'homme. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches faites à Amiens sur les restes d'un supplicié.* Note de MM. **Paul Regnard** et **Paul Loye**, présentée par M. Charcot.

« Des dispositions spéciales, dont nous sommes redevables à M. le professeur Brouardel et à M. le Procureur général près la Cour d'Amiens, nous ont permis, lors de l'exécution capitale qui a eu lieu le 15 juin dernier, d'examiner l'état de la tête du condamné deux secondes après la décapitation.

» Le patient, homme de 38 ans, a montré, jusqu'au moment de la chute du couteau, la plus complète assurance et le plus grand calme. Sa

(¹) R. Dubois, *Comptes rendus*, 1886.

tête, au moment de la décollation, a gardé la coloration rosée de la face, contrairement à ce qui arrive habituellement chez les suppliciés, lesquels commencent à pâlir dès qu'ils sont fixés sur la bascule. Ce fait est important à connaître pour déterminer l'état de l'individu au moment où le glaive l'a frappé.

» *Deux secondes* après la décapitation, la face a conservé cette coloration rosée. Les traits sont absolument immobiles; les yeux se montrent grandement ouverts avec les pupilles moyennement dilatées; la bouche est énergiquement fermée. La tête ne présente pas le moindre mouvement spontané, la moindre contraction fibrillaire.

» L'approche d'un doigt au devant de l'œil reste sans résultat. Mais l'attouchement des globes oculaires ou de l'extrémité des cils provoque chaque fois, pendant cinq secondes, un clignement des paupières aussi marqué que chez un homme vivant. Il ne s'agit là du reste que d'un simple acte réflexe. A la sixième seconde, ce réflexe ne peut plus être décelé.

» Les mâchoires sont rapprochées l'une de l'autre : malgré de puissants efforts, il nous est impossible de les écarter. Le pincement de la peau est sans effet.

» Le tronc, lui non plus, n'est le siège d'aucun mouvement spontané ; il ne présente nulle part une trace de cette contracture que nous constatons dans les muscles des mâchoires.

» *Une minute* après la décollation, la face commence déjà à pâlir : la bouche est toujours énergiquement close. L'approche d'une lumière au devant de l'œil ne détermine aucun rétrécissement de la pupille : le réflexe irien n'apparaît pas.

» Le tronc demeure toujours inerte et flasque : les carotides continuent à rejeter le sang resté dans l'arbre circulatoire. Le réflexe rotulien ne peut être provoqué.

» *Au bout de quatre minutes,* la face est tout à fait exsangue; les paupières sont à moitié tombantes, la bouche est encore fortement fermée, mais il est cependant possible d'introduire l'extrémité d'un doigt entre les mâchoires. Les excitations sensorielles (cris aux oreilles, présentation de divers objets devant les yeux, pincement de la langue et de la peau) n'amènent aucun changement dans la physionomie.

» L'irritation de la moelle épinière, soit du bout encéphalique, soit de la portion rachidienne, au moyen d'une pince, ne produit de mouvement ni dans la tête, ni dans le tronc.

» Nous avons ainsi observé les restes du supplicié, sans voir survenir la moindre modification, pendant vingt minutes. A ce moment, nous avons commencé l'autopsie à l'amphithéâtre de l'Hôtel-Dieu, en présence de MM. Lenoël, Mollien et Scribe, Directeur et Professeurs à l'École de Médecine, qui ont bien voulu faciliter nos recherches avec un empressement pour lequel nous leur exprimons toute notre gratitude.

» *Autopsie.* — A l'ouverture de la poitrine, le *cœur* battait encore. Le péricarde étant ouvert, nous constatons, jusqu'à la vingt-cinquième minute après la décollation, des battements rythmiques très prononcés des ventricules et des oreillettes. Les mouvements des oreillettes seules persistent ensuite pendant quarante minutes. Le cœur a donc battu environ une heure après la décapitation.

» Le cœur était volumineux, à parois assez minces : il pesait 340^{gr}. Les oreillettes contenaient un peu de sang spumeux mélangé de nombreuses bulles d'air. Les ventricules étaient à peu près vides : c'est à peine si quelques légers filets de sang poisseux étaient étendus entre les tendons des valvules. Au moment où l'ouverture du cœur a été faite (une heure après l'exécution), le ventricule gauche était très dur et contracturé : le ventricule droit était resté mou. Le sang contenu dans la veine cave inférieure n'était pas très noir.

» Le *poumon* gauche présentait de l'emphysème sur ses bords : cette lésion a, du reste, été constatée dans presque toutes les autopsies de guillotinés. Il contenait peu de sang et ne présentait aucune tache ecchymotique. Le poumon droit était masqué par des membranes de pleurésie ancienne.

» Les *intestins* étaient sans mouvement.

» La *vessie* ne contenait pas d'urine.

» L'ouverture du *crâne* nous montre les vaisseaux de la dure-mère assez bien remplis de sang. Au-dessous d'elle, nous constatons la présence d'une assez grande quantité d'air dans l'espace sous-arachnoïdien. Les vaisseaux de la pie-mère, surtout au niveau de la convexité, sont remplis d'un sang mêlé de nombreuses bulles d'air. Ce sang est d'un beau rouge. Les artères de l'hexagone de Willis ne contiennent pas de sang. Il n'y a pas d'adhérences de la pie-mère. La substance corticale a sa couleur rosée habituelle : nulle part dans le cerveau n'existe un épanchement ou une hémorragie. Le cerveau pesait 1270^{gr}.

» La section du cou avait été faite à la partie inférieure de la quatrième vertèbre cervicale.

» *Rigidité cadavérique.* — La rigidité n'a apparu dans le corps que trois heures après la décapitation, alors que la température rectale était de 33°. Elle s'est montrée dans les membres postérieurs : six heures après la mort, quand nous avons quitté la salle d'autopsie, les membres antérieurs avaient conservé une flaccidité absolue et n'étaient pas encore rigides.

» Au moment de notre départ, la cornée oculaire n'avait pas encore perdu son poli.

» *Mécanisme de l'entrée de l'air sous l'arachnoïde et dans les vaisseaux cérébraux.* — A l'instant de la décollation, l'élasticité artérielle des vaisseaux

cérébraux tend à se satisfaire et les artères se vident en partie : de là l'écoulement de sang qu'il est facile de constater par le bout périphérique des carotides et des vertébrales.

» La cavité cranienne étant inextensible et incompressible, il faut, de toute nécessité, que quelque chose vienne remplacer le sang qui s'écoule. Voilà pourquoi l'air se trouve appelé dans l'espace sous-arachnoïdien, ouvert par la section même du cou : il est appelé avec une force exactement égale à l'élasticité artérielle, c'est-à-dire à 15 cent. de mercure environ.

» Il est possible d'ailleurs de se rendre compte de ce fait par une expérience schématique. Dans un ballon de verre plein d'eau, représentant la cavité cranienne, se trouvent placées deux ampoules de caoutchouc terminées par deux tubes de verre aboutissant à l'extérieur à travers le bouchon du ballon. L'une de ces ampoules est gonflée et remplie d'un liquide qui représente le sang : le tube qui la termine est fermé par un robinet. L'autre ampoule représente l'espace sous-arachnoïdien : elle est complètement vide, aplatie, et s'ouvre librement au dehors. Si l'on ouvre brusquement le robinet de la première ampoule, son élasticité la vide, le liquide s'écoule au dehors et l'on voit l'air pénétrer, en quantité exactement égale, dans l'autre ampoule primitivement vide.

» Quant à la pénétration de l'air dans les vaisseaux cérébraux, il serait possible de l'expliquer de la manière suivante. Immédiatement après la décollation, les petits vaisseaux se contractent et chassent le sang au dehors par les plaies artérielles; quand cette contractilité a cessé, les artères revenant sur elles-mêmes peuvent appeler dans leur intérieur une certaine quantité d'air qui, se mélangeant au sang, produit ces index que tous les observateurs ont signalés.

» *Conclusions.* — 1° Aucun signe de vie consciente n'a pu être décelé deux secondes après la décollation.

» 2° Les mouvements réflexes ont pu être provoqués, par l'irritation de la cornée, jusqu'à la sixième seconde après l'exécution. Ces mouvements n'avaient pas été observés, croyons-nous, avant nos recherches.

» Les battements du cœur ont duré pendant vingt-cinq minutes dans les ventricules et pendant une heure dans les oreillettes.

» 3° A part les mouvements réflexes de l'œil, à part la contracture des mâchoires, à part les jets des carotides, on aurait pu croire que l'on venait de décapiter un cadavre, tant les restes du supplicié sont demeurés inertes après la décollation.

» 4° Cette mort calme et sans agonie est bien différente de celle que l'un

de nous a récemment décrite d'après ses expériences sur les animaux. Ce n'est plus ici une mort par asphyxie, c'est plutôt une mort par inhibition, analogue à celle qu'a si bien étudiée M. Brown-Séquard chez les animaux qui succombent à la suite de certaines irritations du système nerveux.

5° L'entrée de l'air sous l'arachnoïde est un phénomène purement physique, en rapport avec l'écoulement d'une certaine quantité de sang en dehors de la boîte cranienne. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la karyokinèse des cellules épithéliales et de l'endothélium vasculaire du rein observée dans l'empoisonnement par la cantharidine.* Note de MM. **Cornil** et **Toupet**, présentée par M. Charcot.

« L'un de nous a publié il y a sept ans, en commun avec M. le D[r] Brault, les résultats d'intoxication par la cantharidine chez le lapin, le cobaye et le chien. Nous avons repris ces expériences pour voir si l'inflammation cantharidienne provoquait des multiplications de cellules par la voie de la division indirecte. Nous avons été amenés à rectifier ainsi plusieurs interprétations émises dans notre premier travail et à constater de nombreuses figures de karyokinèse.

» *Empoisonnement aigu.* — On sait que les lapins et cobayes à qui l'on injecte quinze à vingt gouttes d'une solution au $\frac{1}{50}$ dans l'éther acétique meurent au bout de deux heures environ. Si l'on sacrifie ces animaux une heure après l'injection, on trouve déjà des lésions très avancées du rein. Le système vasculaire est gorgé de sang, les glomérules et les tubes contournés sont lésés.

» Les altérations du début des glomérules sont très remarquables. Le bouquet glomérulaire, au lieu de remplir toute la cavité glomérulaire, n'en occupe guère que la moitié. Il est refoulé du côté du pédicule vasculaire par une sorte d'exsudat membraneux au milieu duquel on trouve des noyaux ovoïdes ou ronds, généralement plats et faisant corps avec cette membrane granuleuse. Celle-ci est presque en contact avec les vaisseaux glomérulaires qu'elle coiffe. Par sa périphérie tournée du côté de la membrane de Bowmann, elle se continue avec de nombreux prolongements granuleux. Les noyaux compris dans cette membrane ne paraissent pas appartenir à des cellules individualisées ni séparées les unes des autres. Cette membrane nous paraît n'être autre chose que celle qu'on trouve normalement à la surface des anses glomérulaires, sorte de vernis mince

semé de noyaux qui se serait détaché en larges plaques sous l'influence de la cantharidine. Ce qui nous le fait dire, c'est que les cellules endothéliales de la capsule de Bowmann sont conservées en place; quelques-unes sont déjà un peu tuméfiées. C'est à peine si l'on trouve une ou deux cellules migratrices rondes et reconnaissables à la forme de leur noyau dans chaque glomérule.

» A cette période de l'intoxication, les cellules épithéliales des tubes contournés présentent un protoplasma granuleux, les noyaux sont gonflés et certaines cellules se fragmentent en donnant naissance à des détritus qui remplissent la cavité des tubes.

» A la seconde heure après l'intoxication, les cellules des tubes droits se tuméfient; celles qui tapissent les tubes collecteurs de l'extrémité des papilles, qui sont cylindriques et disposées en palissade à l'état normal, se gonflent, présentent dans leur intérieur des vacuoles claires, remplissent les tubes et prennent une forme pavimenteuse par pression réciproque.

» A ce moment aussi, les cellules endothéliales de la capsule de Bowmann sont tuméfiées et en voie de se détacher.

» Dans ces premiers degrés de l'intoxication aiguë, on a donc affaire seulement à des tuméfactions et désintégrations de cellules qui se mortifient et non à une véritable prolifération. La prolifération ne peut être affirmée, en effet, que lorsqu'on trouve des figures de karyokinèse bien nettes, et celles-ci n'ont pas le temps d'apparaître dans les deux heures qui précèdent la mort des animaux.

» *Empoisonnement lent*. — Pour arriver à les voir, nous avons empoisonné des cobayes, lentement, par de petites doses données plusieurs fois.

» Le quatrième jour après le début des injections, nous avons noté des figures plus ou moins nombreuses de division indirecte.

» Dans les glomérules, le bouquet glomérulaire a repris sa place; les cellules de l'endothélium de la capsule ne sont généralement pas altérées; mais, du côté opposé au pédicule du glomérule, on trouve, à l'origine du canalicule contourné, une dilatation de celui-ci remplie par de nombreuses cellules épithéliales, pressées, appartenant au tube contourné et faisant en quelque sorte hernie dans la cavité glomérulaire.

» Nous n'avons vu qu'une seule figure de karyokinèse dans les anses glomérulaires; nous en avons observé plusieurs dans l'endothélium des vaisseaux capillaires et une dans l'endothélium d'une artériole.

» Par contre, les cellules de l'épithélium des tubes contournés et droits nous en ont montré un très grand nombre sur toutes les coupes. Ces

figures étaient inégalement réparties. Ainsi, on pouvait en vain examiner quinze ou vingt tubes qui en étaient privés, tandis que, dans le même tube contourné ou droit, on en trouvait de cinq à dix tout près les unes des autres. Les cellules en karyokinèse sont en place, c'est-à-dire rangées entre des cellules à l'état de repos; elles s'en distinguent en ce que leur protoplasma s'est gonflé, est devenu clair et que leur forme est devenue sphérique ou ovoïde. Elles font alors saillie dans la lumière du tube. Leur noyau, dans lequel le filament nucléaire est apparu, très fortement coloré par la safranine, présente l'état étoilé ramifié ou la plaque de nucléus très caractéristiques. On y voit aussi souvent la figure bipolaire des filaments achromatiques et enfin les plaques polaires séparées par les filaments achromatiques, puis les noyaux fils et les plaques équatoriales des deux noyaux situés dans une même cellule. On pouvait en un mot suivre là toutes les phases classiques de la division des cellules. On sait d'ailleurs, par les travaux de Nauwerk et Ziegler, que les cellules du rein entrent en karyokinèse pour remplacer celles qui sont détruites par l'inflammation dans les néphrites. La néphrite cantharidienne en donne une preuve de plus. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Essai expérimental sur le pouvoir toxique des urines pathologiques non fébriles.* Note de M. V. Feltz, présentée par M. Brown-Séquard.

« Nous avons établi par la Note que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la séance du 12 avril 1886, concernant le pouvoir toxique des urines fébriles, que, toutes choses égales d'ailleurs, la toxicité des urines fébriles était bien supérieure à la toxicité des urines normales. Nous avons également démontré dans ce travail que la toxicité plus grande des urines fébriles n'était pas directement liée à la densité de celles-ci.

» Nous avons essayé, depuis quelques mois, de faire une étude semblable pour certaines urines pathologiques non fébriles; c'est ainsi que nous avons fait sur des chiens, avec M. Ehrmann, le chef de notre laboratoire, une série d'expériences devant nous renseigner sur l'action nocive des urines venant de malades glycosuriques, albuminuriques, ictériques, cachectiques par cancer ou anémie. Nous avons toujours opéré avec des urines toutes fraîches, bien filtrées, analysées sommairement et chauffées avant l'injec-

tion à la température des chiens; une quantité suffisante d'urine a toujours été mise en réserve pour les analyses complémentaires. Les injections intra-veineuses ont été faites d'après le procédé que nous avons décrit, M. Ritter et moi, dans notre *Urémie expérimentale*, qui a eu l'honneur du prix Godard à l'Académie de Médecine, en 1883.

» Toutes les urines employées ont été choisies chez des sujets traités dans les cliniques de la Faculté ou soignés par nous dans notre clientèle et celle de nos amis.

» Il ressort du Tableau de nos expériences que les urines glycosuriques, tant qu'il n'y a pas état cachectique au moins, malgré leur grande densité, ne sont pas plus toxiques que les urines normales, c'est-à-dire qu'il faut toujours, pour amener la mort, injecter dans la veine une quantité d'urine équivalente à la quantité d'urine sécrétée par le chien pendant trois jours.

» Il en est tout autrement pour les urines ictériques par suite de maladies organiques du foie, les urines albumineuses pour cause de lésions rénales graves et les urines provenant d'individus atteints de cachexie cancéreuse ou d'anémie grave.

» Toutes ces urines, quelle que soit du reste leur densité, sont beaucoup plus toxiques que les urines normales; leur pouvoir d'intoxication va jusqu'à déterminer la mort avec des quantités d'urine à peine équivalentes au poids des urines sécrétées pendant un ou deux jours. Il s'agit donc réellement d'une puissance toxique triple et double.

» Les symptômes observés pendant l'expérience, le genre de mort auquel les chiens succombent, les désordres que révèle l'autopsie, sont les mêmes que ceux que l'on constate avec les urines normales, injectées dans les veines en quantité suffisante. Nous les avons appelés, M. Ritter et moi, *accidents urinémiques*.

» Cela étant, nous devions nécessairement penser qu'il s'agit, dans les urines pathologiques, non d'adjonction de principes nocifs nouveaux, mais surtout d'augmentation de quantité des principes nocifs des urines normales. Les analyses des urines injectées, que publiera incessamment M. Ehrmann dans sa thèse inaugurale, ne laisseront absolument à cet égard aucun doute; elles confirmeront notre opinion que ce sont surtout les sels potassiques des urines qui sont les principaux agents de l'intoxication urémique. »

HYGIÈNE. — *De l'emploi des sangs frais dans la clarification des vins, au point de vue de la transmission possible de la tuberculose à l'homme.* Note de M. **Galtier**, présentée par M. A. Chauveau.

« Le sang des animaux tuberculeux est quelquefois virulent; je l'ai maintes fois trouvé tel, ainsi que d'autres expérimentateurs, dans des recherches déjà anciennes, en l'inoculant à des lapins. Plus récemment, j'ai encore fait développer la maladie en injectant sous la peau ou dans une veine quelques gouttes de sang recueilli dans le cœur de deux vaches phtisiques saisies à l'abattoir; et dernièrement j'obtenais une belle tuberculisation généralisée sur le cobaye et le lapin, en injectant dans la cavité péritonéale de l'un $0^{cc},5$ de sang extrait avec toutes les précautions désirables d'un cœur de lapin mort de tuberculose expérimentale, et en introduisant dans une veine de l'oreille de l'autre quelques gouttes de sang recueilli dans le cœur ou dans la jugulaire d'un lapin tuberculeux. D'ailleurs, outre la virulence que déjà il possède parfois lui-même, le sang des animaux phtisiques égorgés dans les abattoirs peut encore se charger de germes tuberculeux pendant la saignée, quand le couteau qui a servi à la pratiquer a intéressé des ganglions et des tissus envahis par les lésions de la maladie. Que si, à l'ouverture du cadavre, le service de l'inspection constate l'existence d'une tuberculose grave par son étendue et son ancienneté, la saisie de la viande et des viscères est prononcée, mais le sang, qui a été déjà enlevé et mélangé avec celui d'autres animaux, n'est pas saisi. Il n'y aurait à cela aucun inconvénient sérieux, si l'on devait employer constamment ce produit pour des usages qui impliquent la stérilisation des germes qu'il peut contenir; mais il arrive assez souvent (il en est ainsi tout au moins dans certaines villes) que le sang, qui a été recueilli au moment de la saignée dans des récipients appropriés, est en partie destiné à être utilisé pour la clarification des vins. On l'emploie dans ce but, soit à l'état de sang frais défibriné par le battage à l'air, soit sous forme de sang desséché et réduit en poudre après un séjour suffisant dans des étuves chauffées à une température qui ne stérilise pas les germes qu'il peut recéler.

» Les liqueurs alcooliques, les vins qui marquent de 6° à 12° d'alcool stérilisent-ils les germes contenus dans le sang qu'on emploie pour les clarifier, et n'y a-t-il aucun danger dans leur usage?

» A la suite d'un assez grand nombre de recherches, j'ai acquis la conviction que le virus tuberculeux résiste un certain temps à l'action de l'alcool, ainsi que M. H. Martin l'avait constaté. J'ai reconnu qu'il peut conserver son activité dans des mélanges d'alcool et d'eau ainsi que dans des vins à divers degrés d'alcool. J'ai procédé de la façon suivante : de la matière tuberculeuse liquide ou divisée en très petits fragments a été mélangée avec de l'alcool, avec des solutions d'alcool et avec des vins de différents degrés; après un contact plus ou moins prolongé, elle a été inoculée par injection intra-péritonéale à des cobayes et par injection intraveineuse à des lapins. Jamais je n'ai obtenu la tuberculose en inoculant des matières qui avaient été soumises fraîches à l'action prolongée de l'alcool, qui avaient séjourné plus de quatre jours dans de l'alcool à 92° ou dans des mélanges composés d'eau et d'alcool, de telle sorte que le volume de celui-ci excédât le volume de celle-là. Mais j'ai produit une tuberculose lente sur des cobayes avec un virus qui avait subi pendant trois jours et trois heures le contact d'un mélange par volumes égaux d'eau et d'alcool à 92°. J'ai surtout provoqué une belle tuberculose sur des cobayes avec du virus qui avait séjourné le même laps de temps dans un mélange de 200^{cc} d'eau et de 50^{cc} d'alcool à 92°. J'ai enfin déterminé une tuberculose lente sur des lapins en leur inoculant des matières tuberculeuses conservées plusieurs mois dans des mélanges faits à raison de $\frac{1}{5}$ d'alcool pour $\frac{4}{5}$ d'eau ou de $\frac{1}{3}$ d'alcool pour $\frac{2}{3}$ d'eau. J'ai aussi fait développer sur des lapins une belle tuberculose généralisée au poumon, à la rate, au foie, aux reins, etc., en leur inoculant la matière obtenue par l'expression de lésions tuberculeuses conservées, après trituration, pendant trois jours dans des mélanges de 30^{cc} d'alcool et de 300^{cc} d'eau, de 30^{cc} d'alcool et de 250^{cc} d'eau, de 50^{cc} d'alcool et de 250^{cc} d'eau.

» Les résultats obtenus avec des vins de provenances diverses et variant de 7° à 10° ont été souvent négatifs quand on les essayait un certain temps après les avoir tuberculisés; en sorte que leur action stérilisante semble tenir pour une bonne part aux matières autres que l'alcool qui entrent dans leur composition. Cependant, si l'inoculation des vins tuberculisés est demeurée sans résultat, quand il s'était écoulé un an, quelques mois, un mois, quinze jours ou même seulement cinq et quatre jours depuis l'addition de la matière tuberculeuse, il y a eu des cas assez nombreux où elle a fait naître une tuberculose bien authentique quand on s'est servi de vins tuberculisés depuis quelques heures, depuis un, deux, trois jours. Mais les résultats positifs n'ont pu être obtenus la plupart du

temps qu'autant qu'on prenait la précaution d'agiter le liquide avant de prélever la dose destinée à l'inoculation, ce qui revient à dire que les germes étaient tombés au bout d'un certain temps au fond du récipient. Du vin marquant 9°, 7 (1^{lit}), additionné d'un liquide tuberculeux (20^{cc}) obtenu en exprimant des lésions fraîches, a donné au lapin une très belle tuberculose, quand on l'a inoculé au bout d'un laps de temps compris entre deux et vingt-quatre heures; et il n'a provoqué qu'une tuberculose lente, caractérisée par de rares lésions, quand il a été inoculé quatre, trois, deux jours après l'addition de la matière tuberculeuse empruntée au lapin. Le même vin, additionné de matière tuberculeuse provenant de la vache, a déterminé chez le lapin une belle tuberculose généralisée, lorsqu'on l'a inoculé trois jours après l'avoir tuberculisé. Enfin, des vins marquant seulement 7°, 5, tuberculisés avec des matières fraîches de vaches saisies aux abattoirs, ont tantôt pu être inoculés sans danger et tantôt donné la maladie le troisième et le quatrième jour; les inoculations faites avec des vins tuberculisés depuis plus de cinq jours avec de la matière fraîche sont généralement restées sans résultat chez le lapin.

» S'il résulte de ce qui précède que le danger que peuvent offrir pour les consommateurs les vins clarifiés avec le sang frais d'animaux tuberculeux est de courte durée, il n'en ressort pas moins l'indication de s'en préoccuper pour tâcher de le conjurer. Il y a lieu, par conséquent, d'engager les inspecteurs des abattoirs des villes où l'on emploie le sang frais pour le traitement des vins à saisir ou à faire dénaturer celui des bêtes reconnues tuberculeuses. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 juin 1887.

Cours d'Analyse infinitésimale, à l'usage des personnes qui étudient cette Science en vue de ses applications mécaniques et physiques; par J. Boussinesq; T. I, fasc. I et II. Paris, Gauthier-Villars, 1887; 2 vol. in-8°.

Jonction géodésique et astronomique de l'Algérie avec l'Espagne, exécutée en commun en 1879, *par ordre des Gouvernements d'Espagne et de France, sous la direction de* M. le Général Ibanez *et de* M. le Colonel Perrier. Paris, Imprimerie nationale, 1887; in-4°.

Diagnostic et traitement des maladies du cœur; par Constantin Paul. Paris, Asselin et Houzeau, 1887; in-8°. (Présenté par M. Marey.)

Le préhistorique dans le pays de Montbéliard et les contrées circonvoisines; par le Dr Muston. Montbéliard, Victor Barbier, 1887; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Epharmosis, sive materiæ ad instruendam anatomiam systematis naturalis, auctore J. Vesque. Pars prima: Folia Capparearum (Tab. I-LXXVII). Vincennes, Delapierre; in-4°. (Présenté par M. Duchartre.)

Traité de quelques maladies pendant le premier âge; par le Dr A. Mignot. Paris, Victor Masson, 1859; in-8°.

Traité d'hygiène élémentaire; par le Dr A. Mignot. Paris, G. Masson, 1872; br. in-8°.

Des accidents; par le Dr A. Mignot. Paris, Victor Masson, 1877; br. in-8°.

Mémoire sur la contagion du muguet; par le Dr A. Mignot. Paris, Victor Masson, 1857; br. in-8°.

Considérations sur le traitement des aliénés au sein de leurs familles; par le Dr A. Mignot; br. in-8°.

Topographie médicale de l'arrondissement de Gannat; par le Dr A. Mignot. Moulins, C. Desrosiers, 1872; br. in-8°.

Mémoire sur le choléra sporadique; par le Dr A. Mignot. Paris, Victor Masson et fils, 1865; br. in-8°.

Observations sur les eaux de Châteauneuf-les-Bains (*Puy-de-Dôme*); *par* le Dr A. Mignot. Gannat, F. Marion, 1883; br. in-8°.

De l'utilité et de la fondation des hôpitaux et des hospices cantonaux; par le Dr A. Mignot. Moulins, C. Desrosiers, 1867; br. in-8°.

Conditions anatomo-physiologiques de la voix humaine; par le Dr Moura. Paris, Octave Doin, 1887; br. in-8°.

Les principes de la Géométrie élémentaire; par Sibiriakoff. Moscou, 1887; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Electricity and life : or the electro-vital theory of nature; by Edward C. Towne, B. A. Cambridge, Charles W. Sever, 1887; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Principii di Fisica secondo la dottrina dell' ilemorfismo moderno; per Giannantonio Zanon. Bologna, tipografia Gamberini e Parmeggiani, 1885; in-8°.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino; Vol. XXII, disp. 12a et 13a, 1886-87. Torino, Ermanno Loescher; br. in-8°.

Technische Thermodynamik; von Dr Gustav Zeuner. Leipzig, Verlag von Arthur Félix, 1887; in-8°.

Acta mathematica, Journal rédigé par G. Mittag-Leffler. 10 : 1. Stockholm, 1887; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Annales des Mines; huitième série, T. X, 6e livraison de 1886. Paris, Ve Ch. Dunod, 1886; in-8°.

Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel, T. XV. Neuchâtel, Wolfrath et Cie, 1886; in-8°.

Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles; 3e s., Vol. XXII, n° 95. Lausanne, 1887; br. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, année 1886, n° 4, et année 1887, n° 1. Moscou, 1887; 2 br. in-8°.

Transactions of the astronomical observatory of Yale University; Vol. I, Part I. New Haven, published by the Observatory, 1887; in-4°.

FIN DU TOME CENT-QUATRIÈME.